

Diplomarbeit

Bewertung eines intelligenten Hausleitsystems für ein Einfamilienhaus

ausgeführt am Fachhochschul-Studiengang
Wirtschaftsingenieurwesen
am Technologie Transfer Zentrum Weiz
berufsbegleitend

Erstprüfer: Prof. Dr. Lothar Otto
Zweitprüfer: DI Martin Mayer

durch

Ing. Horst Grinschgl
Matrikelnummer: 17137
Seminargruppe: KW05wWA

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

03.11.2011

Seiersberg, 2011

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfaßt, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Seiersberg, am 20. Oktober 2011

.....
Ing. Horst Grinschgl

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, gleichgeschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Jedoch möchte der ich ausdrücklich festhalten, daß die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Danksagung

Diese Arbeit bietet mir nicht nur die Möglichkeit, meine interessante interdisziplinäre Arbeit des letzten Jahres zu dokumentieren, sondern eröffnet mir vielmehr die Gelegenheit, den Menschen zu danken, die zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben. Infolge der Tätigkeit an diesem Projekt war eine intensive Teamarbeit von Nöten. In diesem Sinne möchte ich ganz besonders Herrn Martin Windisch und Herrn DI Martin Mayer für die Zusammenarbeit in jeder Phase meiner Diplomarbeit danken. Schließlich gilt mein Dank noch Verwandten, Freunden, Arbeitskollegen und natürlich meiner Frau für ihre moralische Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Firmenvorstellung	5
1.2	Problemstellung.....	5
1.3	Methodisches Vorgehen der Diplomarbeit.....	6
1.4	Spezifikationen der Steuerung.....	7
1.4.1	Pflichtenheft der Steuerung.....	7
1.4.2	Geplante Visualisierungsbilder:.....	9
1.5	Ziele.....	10
2	Theoretischer Teil.....	11
2.1	Regelungstechnik.....	11
2.2	Geschichte der Regelungstechnik.....	11
2.3	Definition Hausautomation	13
2.4	Definition Regler.....	13
2.5	Definition Regelstrecke.....	14
2.6	Hausleitsysteme im Vergleich.....	15
2.6.1	Überblick einiger Anbieter am Markt.....	16
2.6.2	Begründung eines eigenen Systems	17
3	Praktischer Teil	18
3.1	Hardware	19
3.1.1	Systembaugruppen / Beckhoff	19
3.1.2	Hardware Rechner.....	29
3.1.3	Hardwareaufbau	30
3.2	Bedienkonzept.....	31
3.2.1	Fingerbedienung (Touch).....	31
3.2.2	Bildaufbau	33
3.2.3	Bedienleiste	34
3.3	Software	35
3.3.1	Lichtsteuerung	36
3.3.2	Jalousiensteuerung.....	40
3.3.3	Szenenprogramme	42

3.3.4	Alarmanlage.....	45
3.3.5	Heizungsregelung	45
3.3.6	Kalenderfunktion	47
3.3.7	Emailalarmierung	49
3.3.8	Externer Webzugriff	49
3.3.9	Smartphone Applikation	52
3.3.10	Nutzerebenen (Passwortschutz)	53
3.3.11	Erweiterungsmöglichkeiten	55
4	Kosten.....	57
4.1	Verkaufspreis.....	57
4.2	Selbstkosten	58
4.3	Energiekosten mit und ohne Hausleitsystem.....	60
4.3.1	Zusammensetzung der Energiekosten	61
4.4	Amortisierungszeit	62
4.5	Vertriebsmöglichkeiten	63
4.5.1	Persönlicher Verkauf (Face to Face)	63
4.5.2	Mediengestützter Verkauf (Voice to Voice)	63
4.5.3	Mediengeführter Verkauf (Unpersönlicher Verkauf).....	64
4.5.4	Multiverkaufsformen und Multi Chanel Marketing	64
4.6	Zielmarkt.....	65
5	Resümee	65
6	Abkürzungsverzeichnis.....	66
7	Abbildungsverzeichnis.....	67
8	Tabellenverzeichnis	69
9	Literaturverzeichnis.....	70

1 Einleitung

1.1 Firmenvorstellung

AutomationX bietet:

- Präsenz von Forschungs- und Systemintegrations-Kompetenz unter einem Dach
- optimal angepasste Systemlösungen auf dem jeweils letzten technischen Entwicklungsstand
- Entwicklung von standardisierten Automatisierungslösungen für die unterschiedlichsten Bereiche
- Entwicklung von innovativer Automatisierungssoftware, die alle wesentlichen Aufgaben der Automatisierung innerhalb eines einzigen Werkzeugs abdeckt
- weltweit renommierte Kunden in unterschiedlichsten Industriebranchen.¹

1.2 Problemstellung

Die Aufgabenstellung umfasste die Automatisierung eines Einfamilienhauses.

Optik, Funktion, Handling und Kosten der Lösung waren teilweise vorgegeben, ein Großteil der Umsetzung bzw. der Stil der Automatisierung war jedoch frei überlassen. Ziel war es ein zukunftsweisendes Hausleitsystem zu installieren.

Angeichts der großen Auswahl an Standardanbietern am Markt einerseits und der Möglichkeit einer selbstgefertigten und maßgeschneiderten Lösung andererseits fiel die Entscheidung auf Zweiteres.

Die Kosten sollten ein Budget von 20.000€ inkl. Verkabelungsmaterial nicht überschreiten. Das System musste eine Visualisierungsoberfläche beinhalten und hinsichtlich Selbstkosten und marktüblichen Preisstrukturen zukunftsweisend sein. Wenn möglich soll aus dieser Lösung ein selbständiges Produkt für den freien Markt entstehen.

¹ www.automationx.com

1.3 Methodisches Vorgehen der Diplomarbeit

Anhand folgender Grafik wird der Aufbau dieser Arbeit vereinfacht dargestellt. Beginnend mit der Definition der Aufgaben für den Bereich Hausleittechnik folgte die Erarbeitung des Bedienkonzepts und des Erscheinungsbildes. Danach galt es die Aufgabenstellung an die Steuerung per se zu definieren und diese in Module zu fassen. Hier ergab sich das ein objektorientiertes Programmieren dem Aufwand entsprechend verpflichtend ist. Diese Objekte müssen interagieren und in einer übergeordneten Programmierung gesteuert werden. Am Ende der Arbeit steht die wirtschaftliche Betrachtung.

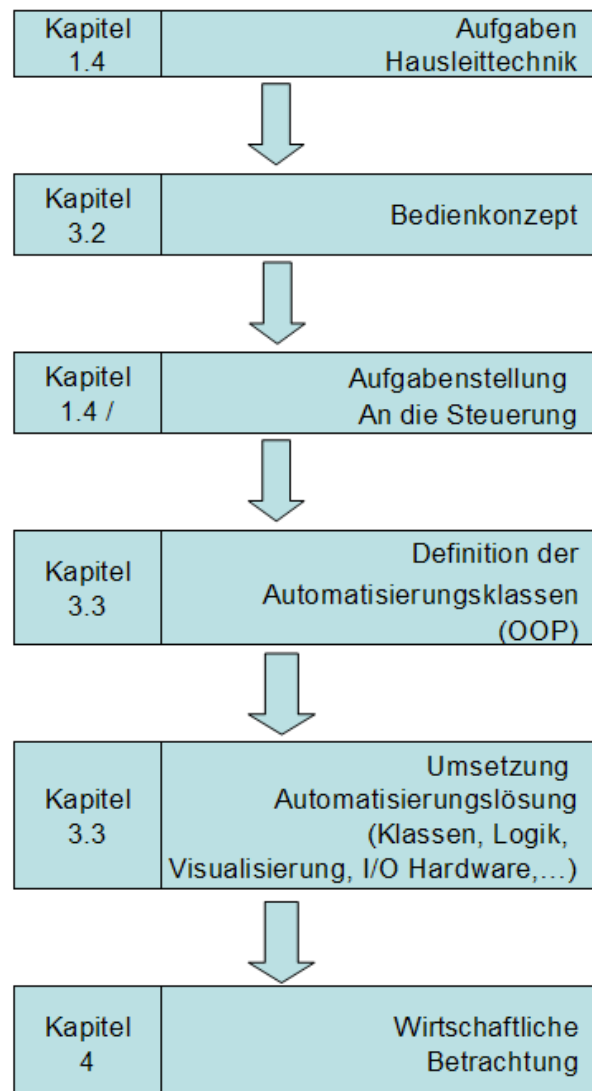


Abbildung 1 Methodisches Vorgehen der Diplomarbeit

1.4 Spezifikationen der Steuerung

Folgendes Pflichtenheft wurde zusammen mit dem Bauherren erstellt und bei Baugesprächen erweitert und ausgearbeitet.

1.4.1 Pflichtenheft der Steuerung

Folgende Merkmale und Spezifikationen waren gegeben und definiert.

- Beleuchtungsanlage
- teilweise E-Geräte im Innen und Außenbereich
- Jalousiesteuerung
- die Gesamte Heizungsanlage
 - Einzelraumregelung
 - Fußbodenheizung
 - Wohnraumlüftung
 - Solaranlage 30m²
 - Die Heizungsanlage soll über das Panel regelbar sein
 - die Kesselregelung soll mittels RS232² Schnittstelle angebunden sein
 - Die Raumtemperaturen, Mischer, Pumpen u. Regelventile sollen händisch verstellbar sein.
- Swimmingpooltechnik
- Photovoltaikanlage 40m²
 - Die Photovoltaikanlage soll über das Panel visualisiert, regel- und bedienbar sein. Des Weiteren soll auch die Netz Einspeisung aufgezeichnet werden bzw. Momentan- und Gesamtproduktion (Tag, Woche, Monat, Jahr) erfasst werden.
- Wetterstation
 - Die Wetterstation soll Wind, Regen, Luftfeuchtigkeit, Sonnenschreiber und Außentemperatur erfassen.
- Alarmanlage

² Standardisierte Computerschnittstelle

- Brandmeldeanlage
- Multimedia u. Musikentertainment Schnittstelle
- Energiemanagement
- Bedienelemente :
 - Touchpanel (Haupt-PC) im Wohnbereich,
 - Bedienstation (Keller Technikraum)
 - und über Wlan³ im gesamten Haus mittels Notebook oder Mobiltelefon.
 - Lichtschalter weiterhin funktionell.
- Es sollen auch über Internet Informationen abgerufen bzw. auch Teilweise über Internet bedient werden.
- Alarmmeldungen aufs Mobiltelefon leiten und die Heizung über Mobiltelefon bedienbar machen.
- Die Beleuchtung und einzelne E-Geräte sollen größtenteils über das Panel im Wohnraum gesteuert werden.
- Die Jalousien sollen über Touchpanel und mittels Helligkeit bzw. Lichtstärke, oder aber auch via Alarmanlage steuerbar sein.
- Die Wohnraumlüftung soll über zwei CO² Melder geregelt werden.
- Bei der Pooltechnik soll Wassertemperatur, Wasserqualität, Chlorgehalt und Verschmutzungsgrad des Filters übers Panel visualisiert, bedienbar und angezeigt werden.
- Es sollen auch alle verbrauchten (Wasser, Strom, Wärme, Pellets) und erzeugten Energien (Wärme, Strom) gemessen und ausgewertet werden. Momentan u. Gesamt Betriebskosten des Hauses.

³ WLAN: Wire Less Local Area Network / Drahtloses Netzwerk

1.4.2 Geplante Visualisierungsbilder:

Die Aufgabenstellung beinhaltete die Grundrisse wie Kellergeschoss, Dachgeschoss, Erdgeschoss und zwei Außenbilder darzustellen.

Die Bilder sollen mindestens folgende Punkte enthalten (wenn vorhanden respektive benötigt): Beleuchtung, Heizungsregelung, E-Geräte, Jalousien, Wohnraumlüftung, Solar u. Photovoltaik, Wetterdaten, Heizungstechnik, Pooltechnik, alle Energiezähler, Betriebskostenaufzeichnung, Wartungsmanagement.

Anbei ein Visualisierungsbild als Beispiel.

In diesem Bild sind bereits die mehrheitlich verwendeten Module (Licht-, Jalousie, Heizungsregelung, Szeneprogramme...) zu sehen und gibt einen ersten Eindruck der Funktion.

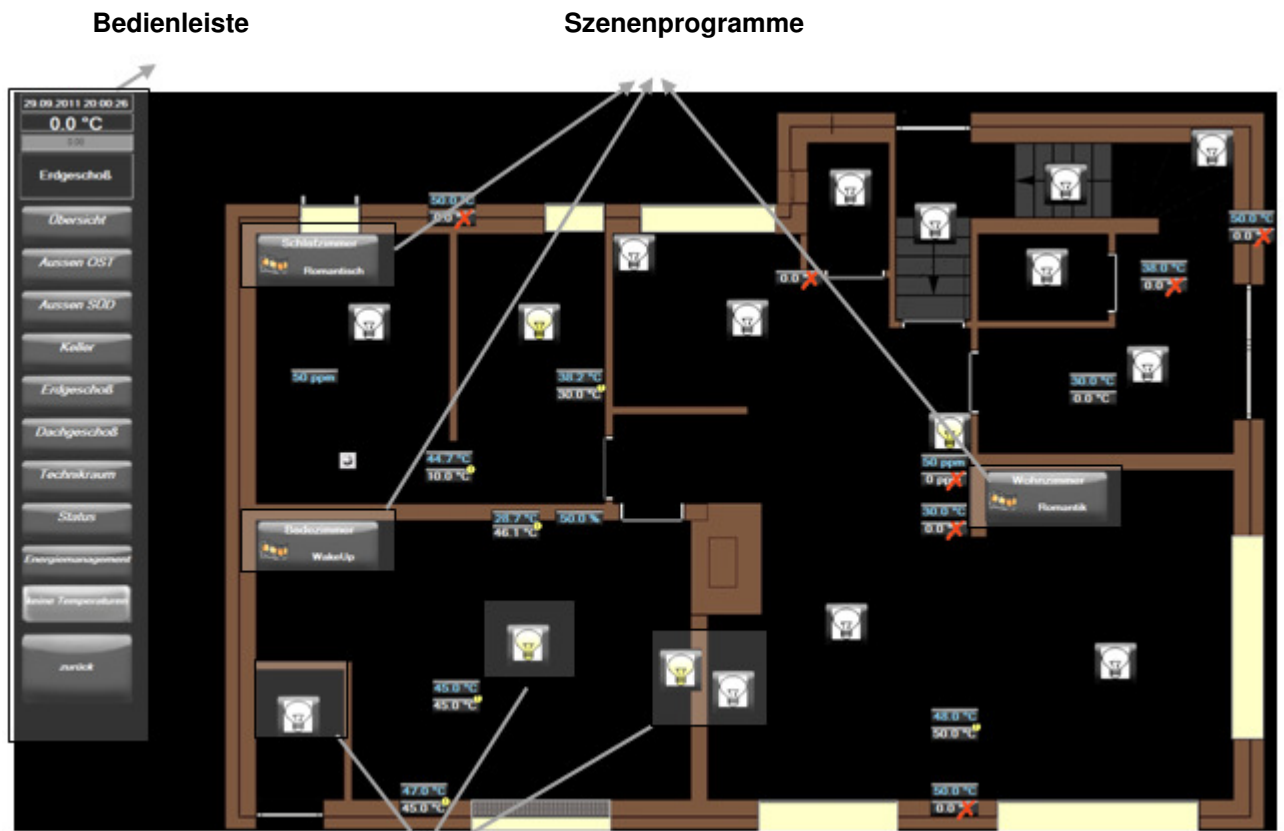


Abbildung 2 Beispielbild Lichtsteuerungen

1.5 Ziele

Das definierte Ziel der Arbeit soll es sein den Mehrwert und den Vergleich Kosten/Nutzen zu einer Standardhaustechnik auszuarbeiten.

Konkretisiert wird dies in folgenden Gesichtspunkten.

- Mehrwert durch gesteigerten Komfort gegenüber einer konventionellen Haustechnik soll hervorgehoben und greifbar gemacht werden.
- Energiesparmöglichkeiten sollen aufgezeigt werden
- Starre Programmierung resp. Bedienung soll ausgeschlossen werden.
- Kontinuierliche Verbesserungsmöglichkeiten sollen möglich sein.
- Kontinuierliche und einfache Erweiterung an Bestandssystemen sollen ausführbar sein.

2 Theoretischer Teil

2.1 Regelungstechnik

„Die Regelungstechnik befasst sich mit der Aufgabe, einen sich zeitlich verändernden Prozess von außen so zu beeinflussen, dass dieser Prozess in einer vorgegebenen Weise abläuft. Aufgaben dieses Typs findet man nicht nur überall in der Technik, sondern auch im täglichen Leben. Beispielsweise soll die Raumtemperatur, die sich in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung und anderen Einflüssen zeitlich ändert, zwischen vorgegebenen Grenzwerten bleiben. Der Greifer eines Roboters soll sich entlang der Kante eines Werkstückes bewegen oder so schnell wie möglich von einem zu einem anderen Punkt geführt werden, um dort ein Werkstück zu greifen.

In all diesen Fällen muss eine von außen beeinflussbare Größe so ausgewählt werden, dass das vorgegebene Ziel erreicht wird. Da diese Auswahl und Abhängigkeit davon getroffen wird, inwieweit das Ziel bereits erreicht ist, entsteht ein Regelkreis, der aus dem gegebenen Prozess und einer neu zu schaffenden Einrichtung, dem Regler besteht. Im ersten Beispiel war der Prozess der betrachtete Raum und der Regler das Thermoventil, das die aktuelle Lufttemperatur misst und in Abhängigkeit von deren Abweichung von der Solltemperatur mehr oder weniger Wärme in den Heizkörper strömen lässt.

Etwas abstrakter formuliert befasst sich die Regelungstechnik mit der Steuerung dynamischer Systeme.“⁴

2.2 Geschichte der Regelungstechnik

„Das Prinzip der Regelung wurde schon von Mechanikern in der Antike angewendet. Nachgewiesen sind Einrichtungen zur Regelung von Flüssigkeits-Niveaus, die Ktesibios aus Alexandria und sein Schüler Philon von Byzanz erfanden. Ktesibios regelte den Wasserstand in einem Behälter, aus dem eine Einlaufwasseruhr mit Wasser versorgt wurde. Der Wasserzufluß von konstanter Höhe herab ist gleichmäßig und erhöht die

⁴ Lunze, Jan: Regelungstechnik 1 S1

Genauigkeit der Uhr. Von Phylon ist eine Öllampe bekannt geworden (siehe Abbildung), in der das Öl automatisch auf gleichem Niveau gehalten wurde. Das konstante Ölniveau verbesserte den gleichmäßigen Brand der Flamme, ein Luxus, auf den man verzichten könnte und bei heutigen Öllampen auch verzichtet. Der Aufwand war aber klein, obwohl es sich um eine vollwertige Regelung handelte.

Danach wurde das Prinzip der Regelung erst wieder in der Neuzeit aufgegriffen. Im 17. Jahrhundert entstand die erste Temperaturregelung, die der Niederländer Cornelis Jacobszoon Drebbel in einem Brutkasten für Hühnereier entwarf.

1681 erfand der Franzose Denis Papin eine einfache Druckregelung für einen Dampfkochtopf durch Einbau eines Überdruckventils.

Der erste in Serie hergestellte Regler war der Fliehkraftregler, dessen Erfindung James Watt fälschlicherweise zugeschrieben wird. [...]

Die Technik der selbsttätigen Regelung blieb lange Zeit auf die Anwendung in Kraftmaschinen beschränkt. Eine erste Ausweitung erstreckte sich auf die Regelung von Größen in verfahrenstechnischen Prozessen, vor allem von Temperaturen, Drücken und Massenströmen. Nach dem zweiten Weltkrieg entstanden die vereinheitlichten, vielfach einstellbaren elektrischen, hydraulischen und pneumatischen PID-Regler. Die pneumatischen PID-Regler werden in der Verfahrenstechnik bevorzugt, da von ihrer Hilfsenergiequelle Luftdruck keine Brandgefahr ausgeht.

In der jüngsten Vergangenheit hat sich die Anwendung der Regelungstechnik auf alle Gebiete der Technik ausgedehnt. Anstöße gaben die Ausweitung der Automatisierung, zum Beispiel mit Hilfe von Robotern, und die neue Weltraumtechnik. Die Regelungstechnik ist inzwischen eine Symbiose mit der Informationstechnik (sowohl Hard- als auch Software) eingegangen.⁵

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Regelungstechnik#Geschichte>

2.3 Definition Hausautomation

Hausautomation bzw. Hausautomatisierung ist ein Ableger der Gebäudeautomatisierung, welche wiederum ein Zweig der Automatisierungstechnik ist.

„Weitere bekannte Bezeichnung lauten: „eHome“, „Smart House“, „Smart Home“, „Smart Living“, und auf Deutsch „Elektronisches Haus“, „Vernetztes Haus“, „Intelligentes Haus““.

⁶

Zudem gibt es viele firmenspezifische Bezeichnungen.

„Eine moderne Hausautomatisierung verlangt den Einsatz verschiedenster Sensoren und Aktoren, deren Werte und Zustände permanent überwacht werden müssen und deren Änderungen unterschiedliche Aktionen nach sich ziehen. Beispiele für Sensoren in der Hausautomatisierung sind Temperatur-, Luftfeuchte-, Einstrahlungs- oder Bewegungssensoren. Aktoren stellen Heizungsventile, Motoren zum Öffnen der Fenster oder Magnetventile zur Steuerung von Wasserleitungen dar.

Da die Hausautomatisierung zum Konsumerbereich zählt, muss ein Entwicklungsziel die kostengünstige Implementierung von Sensoren, Aktoren sowie die des Steuerrechners sein.“⁷

2.4 Definition Regler

Regeln ist ein technischer Vorgang in einem abgegrenzten System, bei dem eine physikalische Größe, die Regelgröße (Istwert), fortlaufend erfasst und mit einem vorgegebenen Signal, der Führungsgröße (Sollwert), verglichen wird. Bei Abweichungen des Istwerts vom Sollwert (Regeldifferenz = Sollwert - Istwert $\neq 0$) beeinflusst der Regler die Regelstrecke mit dem Ziel, den Istwert dem Sollwert anzugleichen (Abbildung 3 Regelkreis).

Im Allgemeinen ist eine solche zunächst eingestellte Gleichheit nicht von Dauer.

Störgrößen verschiedenster Art verändern die Regelgröße und verlangen ein Nachregeln.

⁶ http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Wohnen

⁷ Lerch, Rainhard: Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren S638

Dabei kann es vorkommen, dass das Nachregeln keinen Erfolg hat, d.h. Gleichheit von Ist- und Sollwert ist nicht einstellbar, vielmehr ist der Istwert mal größer und mal kleiner als der Sollwert. Man sagt der Regelkreis schwingt.

2.5 Definition Regelstrecke

Die Strecke ist derjenige Teil eines Systems, in dem physikalische Größen mit einem bestimmten Ziel beeinflusst werden sollen. Manche Autoren rechnen auch Aktoren und Sensoren mit zur Regelstrecke. In dieser Darstellung gehen wir zunächst davon aus, dass es für die Strecke ein mathematisches Modell in Form einer linearen Differentialgleichung gibt.⁸

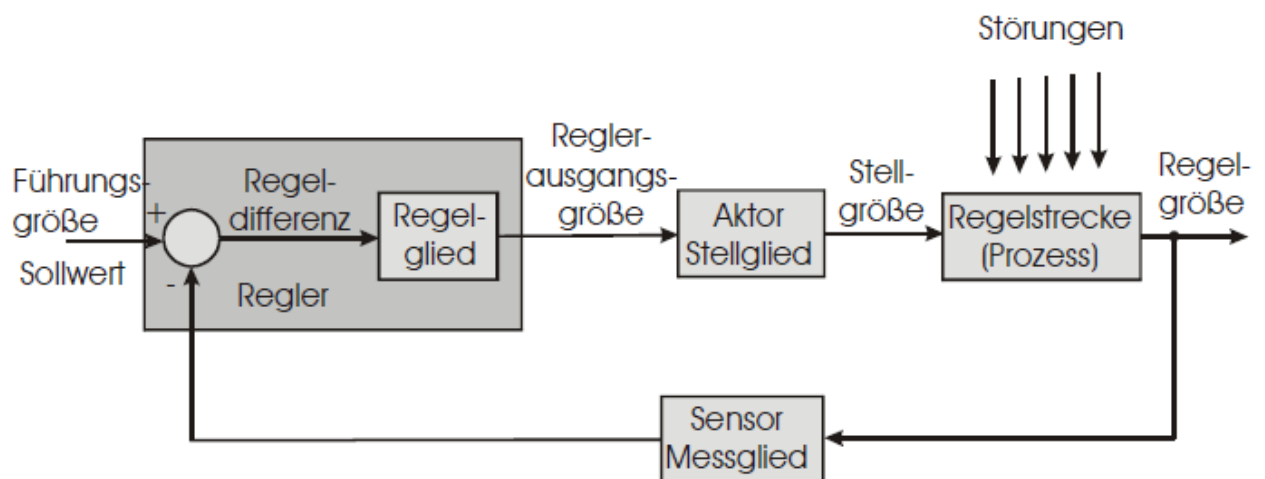


Abbildung 3 Regelkreis

In Abbildung 3 wird das Mess- und Regelprinzip eines PID Reglers dargestellt.

⁸ http://www.mikrocontroller.net/attachment/9599/EZ_K5.pdf

2.6 Hausleitsysteme im Vergleich

Da die Herausforderungen an die Gebäudeautomation stetig wachsen und somit, mit der herkömmlichen Elektroinstallation nur sehr aufwendig zu realisieren sind, wird immer öfter ein Bussystem eingesetzt. Als Beispiele können der EIB (Europäischer Installation Bus) bzw. KNX⁹ angeführt werden.

Die Aufgaben der Gebäudesystemtechnik sind z.B. Beleuchtungs-, Rollladen- und Jalousiesteuerung, Einzelraumregelung, Heizungs-, Klima- und Lüftungssteuerung, Gebäudeüberwachung, Lastmanagement Anzeigen, Melden, und Bedienen.

„In herkömmlichen elektrischen Installationen sind die Steuerfunktionen mit der Energieverteilung fest verbunden. Nachträgliche Änderungen sind aus diesem Grund sehr schwierig durchzuführen. Auch übergeordnete Steuerfunktionen wie ein zentrales Schalten aller Lichtkreise in einem Gebäude können nur mit sehr hohem Aufwand realisiert werden.

KNX trennt die Steuerfunktionen und die Energieverteilung voneinander. Alle Geräte werden über einen Bus miteinander verbunden und können so Daten austauschen. Die Funktion der einzelnen Busteilnehmer wird durch ihre Programmierung bestimmt, die jederzeit verändert und angepasst werden kann.

Die Geräte unterschiedlicher Hersteller können dabei uneingeschränkt miteinander in einem System eingesetzt werden, sofern sie die entsprechende Zertifizierung durch die KNX Association besitzen.“¹⁰

Dadurch ergibt sich hier der Zwang alle Geräte mit einem Bus zu verbinden. Sämtliche Geräte müssen auch zwangsläufig die selbe „Sprache“ sprechen.

Um diesem Zwang auszuweichen kann auch eine konventionelle Verkabelung zum Einsatz gelangen. Lediglich die Stromleitungen werden an einer zentralen Hardware angeschlossen.

⁹ <http://www.knx.org/>

¹⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/KNX-Standard>

2.6.1 Überblick einiger Anbieter am Markt

Um den Mitbewerber bewerten zu können musste nicht zwangsläufig ein Produkt des selbigen erworben werden. Zu einer Abschätzung der Konkurrenz wurde eine umfassende Recherche (Internet, Prospekte, Befragungen,...) durchgeführt.

2.6.1.1 Anbieter A (Loxone)

Loxone¹¹ ist ein Anbieter welcher auf den ersten Blick bereits alles in sich vereint, was von einem Hausleitsystem erwartet wird. Dieses System bietet eine Produktpalette aus der online den Erfordernissen selektiert werden und geordert werden kann.

Loxone verkauft eigene Hardwarekomponenten und ein eigenes Entwicklungstool für den erfahrenen Anwender. Es wird auch maximale Flexibilität für den Hausbesitzer versprochen, indem die Programmierung auch nachträglich angepasst werden kann. Grundausrüstung ist ein Homeautomation-Server auf dem die Steuerung betrieben wird. Dieser wird ebenfalls nur von Loxone vertrieben. Als IO-Hardware werden eigene Loxone Module verpflichtet, was als Nachteil empfunden wird. Der große Pluspunkt ist die Durchgängigkeit und Kontinuität zu sein. Zudem präsentiert sich die Webpräsenz sehr professionell und bietet Onlinehilfen genauso wie Forumsdiskussionen.

2.6.1.2 Anbieter B (Infocontrol)

Infocontrol¹² ist ein Schweizer Anbieter aus Egliswil und wirkt nach der Recherche eher Hardware-orientiert. Dies bedeutet die Funktionen und Erweiterungen sind teilweise auf der Feldebene inkludiert. Intelligenzen wurden auf die Sensoren teilweise ausgelagert. Dies wiederum mag im Verbund mit der eigenen Softwarelösung ein Vorteil sein, ist aber im Vergleich zur Lösung von HaM&aX ein Nachteil. Insgesamt scheint dieser Anbieter sehr Hardware-orientiert zu sein und dementsprechend unflexibel. Zusätzlich erscheint die Oberfläche der Visualisierung sehr spartanisch bzw. einfach. Dies kann durchaus gewollt sein, um ein „Zuviel“ am Bild zu vermeiden. Auch die Ausgabestände der downloadbaren Software scheinen veraltet zu sein (Ausgabestand 2007).

¹¹ <http://www.loxone.com/Pages/de/>

¹² http://www.infocontrol.com/de/index_de.htm

2.6.2 Begründung eines eigenen Systems

Während der Bauverhandlungen und in der Planungsphase eines Eigenheims entstand im Jahr 2010 bereits die Idee selbiges mit einer zukunftsweisenden und energiesparenden Steuerung auszurüsten.

Durch konkrete Konzeptionierungsgespräche war die Idee einer Eigenlösung entstanden. Es folgte die konkrete Auswahl der Peripherie und Hardware. Da automationX 4.8 über eine EtherCat ¹³Schnittstelle verfügt war als Hardware Beckhoff ¹⁴recht schnell gewählt. Da der Kunde die Visualisierung nicht nur als klassische Steuerung irgendwo im Technikraum sondern auch gezielt im Haus einsetzen und auch für Präsentationszwecke verwenden wollte, kam die Idee einer Touchbedienung.

Dieses Touchpanel von Adstech¹⁵ wurde so gewählt das die Steuerung und Bedienung auf einem Gerät laufen. Das Panel wird in die Frühstücksecke verbaut wo es multifunktionell eingesetzt werden kann (Emails checken, News lesen, Haussteuerung, usw.)

Am Ende musste noch ein Name für das Produkt gewählt werden.

Aus den Initialen der Beteiligten und der verwendeten Software entstand der Name HaM&aX. (Horst and Martin & automationX)

¹³ <http://www.ethercat.org/>

¹⁴ <http://www.beckhoff.at/>

¹⁵ <http://www.ads-tec.de/>

3 Praktischer Teil

Die Grundzüge und Idee der Automatisierungslösung sollen anhand folgender Abbildung verdeutlicht werden.

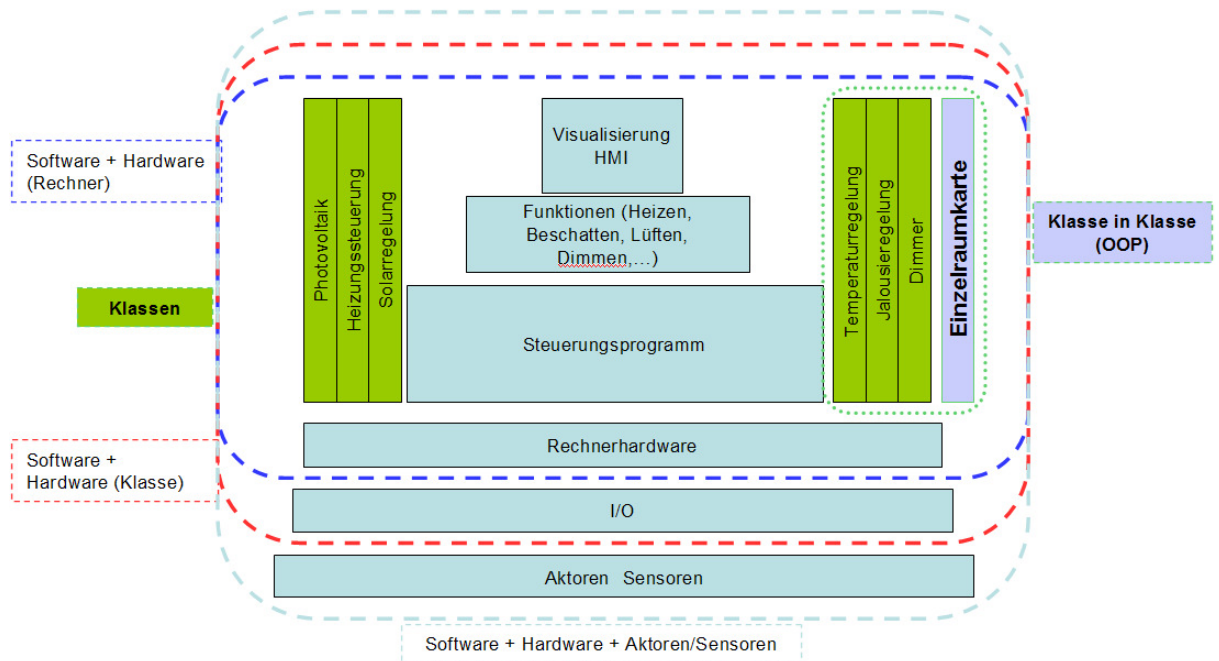


Abbildung 4 Hierarchie der Umsetzung

Basierend auf den gegebenen Aktoren und Sensoren werden die benötigten IO-Module¹⁶ bestimmt. Der Umfang des Projektes und der damit einhergehenden Anforderung an die Steuerung bestimmt die Rechnerhardware.

Aus den Funktionen der Aktoren und Sensoren ergibt sich die Möglichkeit diese in einzelne Softwaremodule den sogenannten Klassen zu schachteln.

Klassen sind abgegrenzte Funktionen, und können auch hierarchisch weiteren Klassen bestehen.

Ein typisches Beispiel einer Klasse ist die Lichtsteuerung.

Die Klasse Licht beinhaltet die Funktion mit der IO zu kommunizieren, bietet dem Bediener eine Oberfläche, und regelt nach definiertem Muster die Helligkeit der

¹⁶ IO : Input/Output = Eingang/Ausgang

angeschlossenen Aktoren. Durch anschließen eines Sensors (Bewegungsmelder, Helligkeitssensor,...) kann auch eine automatische Regelung erfolgen.

3.1 Hardware

Unter den Begriff Hardware fallen alle physischen Bestandteile und Komponenten eines Computers oder Rechnernetzwerks. Eine gängige Definition liefert das IT-Marktforschungsunternehmen International Data Corporation (IDC). Als Hardware gelten demnach Computersystem, Peripheriegeräte (Drucker, Scanner, Datenspeicher, usw.), Telekommunikationsgeräte, Bürogeräte und physische Netzinfrastruktur zur Datenübertragung.¹⁷

3.1.1 Systembaugruppen / Beckhoff

Zu Beginn des Projektes stand die Frage nach der einzusetzenden Hardware. Zwei Argumente zählten hier am stärksten – Preis und Umsetzung.

Bei der Umsetzung war es nötig zu wissen – welche Baugruppen mit automationX angesteuert werden können.

- SIEMENS ET200M
- SIEMENS ET200S
- BECKHOFF
- WAGO¹⁸
- und einige andere, welche zwar einsetzbar wären, aber an denen es wegen zu geringer Erfahrung und Variation an Möglichkeiten gescheitert wäre.

SIEMENS schied aus, da die Bustopologie mit Profibus nicht flexibel genug ist, und bei gleichzeitiger Möglichkeit einer Ringtopologie zu viel Aufwand betrieben werden müsste. Außerdem wird BECKHOFF auch aktuell in anderen Projekten verwendet.

¹⁷ Bandel, Gunther: Open Source Software. – 1.Aufl. - Hamburg : Diplomica 2010, S7

¹⁸ <http://www.wago.com/cps/rde/xchg/wago/style.xsl/dea-index.html>

WAGO wäre auch eine Option gewesen. WAGO kostet aber in der Anschaffung der Hardware mehr als Beckhoff, deshalb kam Beckhoff zum Zug.

Wie bereits erwähnt ist die Modularität von BECKHOFF Baugruppen einzigartig. Das bedeutet, es wird bei Auslegung des Projektes genau definiert welche Baugruppen und Möglichkeiten benötigt werden. Danach wird entschieden welche Module eingesetzt werden.

Beckhoff bietet den Vorteil, das Module in 2er und 4er Kombinationen vorhanden sind, anstatt in 8er, 16er oder 32er Baugruppen bei vergleichbaren Anbietern.

Ein weiterer Vorteil liegt bei der direkten Anschlussmöglichkeit. Man kann die Baugruppen direkt verkabeln, anstatt wie gewohnt über Verteilerklemmen.

Somit gibt es auch hier wieder einen kleinen Preisvorteil.

3.1.1.1 Buskoppler BK1120

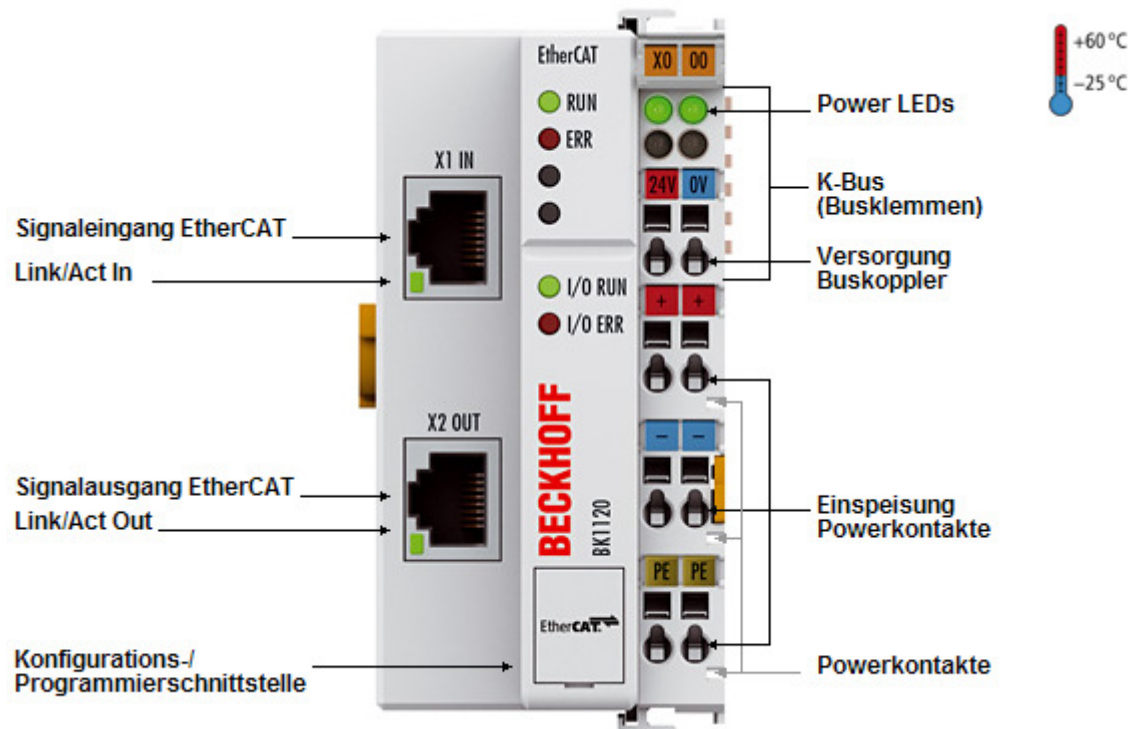


Abbildung 5 Buskoppler BK1120

„Der Buskoppler BK1120 verbindet das Echtzeit-Ethernet-System EtherCAT mit den modular erweiterbaren, elektronischen Reihenklemmen. Eine Einheit besteht aus einem Buskoppler, einer beliebigen Anzahl von 1 bis 64 Klemmen (mit K-Bus-Verlängerung: 255) und einer Busendklemme.

Der Buskoppler erkennt die angeschlossenen Busklemmen und erstellt automatisch die Zuordnung ins Prozessabbild des EtherCAT-Systems. Mit der oberen Ethernet-Schnittstelle wird der Buskoppler an das Netzwerk angeschlossen; die untere RJ-45-Buchse dient zum optionalen Anschluss weiterer EtherCAT-Geräte am gleichen Strang.“¹⁹

Es kommen 2 Buskoppler zum Einsatz da nur eine begrenzte Anzahl an Klemmen von einem Buskopf betrieben werden können.

¹⁹ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/bk1120.htm

3.1.1.2 8 Digitale Eingangsklemme KL1408

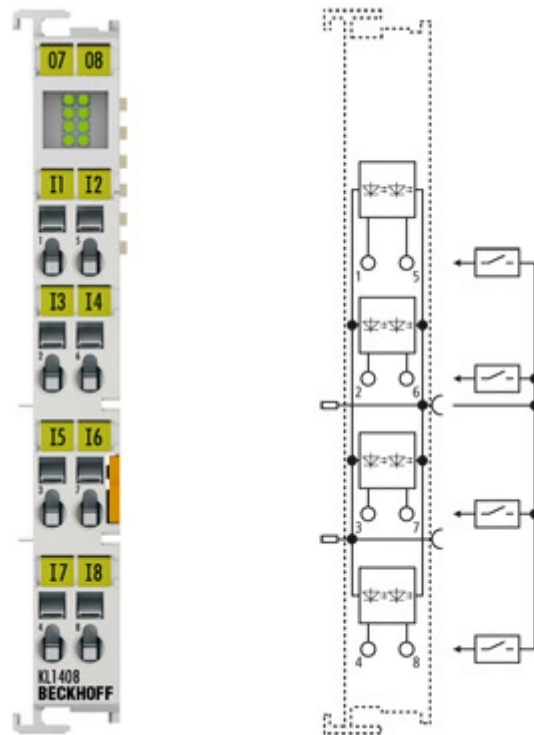


Abbildung 6 8DI KL1408

„Die digitalen Eingangsklemmen KL1408 und KL1418 erfassen die binären Steuersignale aus der Prozessebene und transportieren sie galvanisch getrennt zum übergeordneten Automatisierungsgerät. Die Busklemmen enthalten je acht Kanäle, deren Signalzustand durch Leuchtdioden angezeigt wird. Sie eignen sich besonders gut für den platzsparenden Einsatz im Schaltschrank. Durch den Einsatz der 1-Leiteranschlusstechnik kann auf kleinstem Raum, mit geringem Verdrahtungsaufwand, eine mehrkanalige Sensorik angeschlossen werden. Die Powerkontakte sind durchverbunden“²⁰

²⁰ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl1408_kl1418.htm

3.1.1.3 Dimmerkarte KL2622

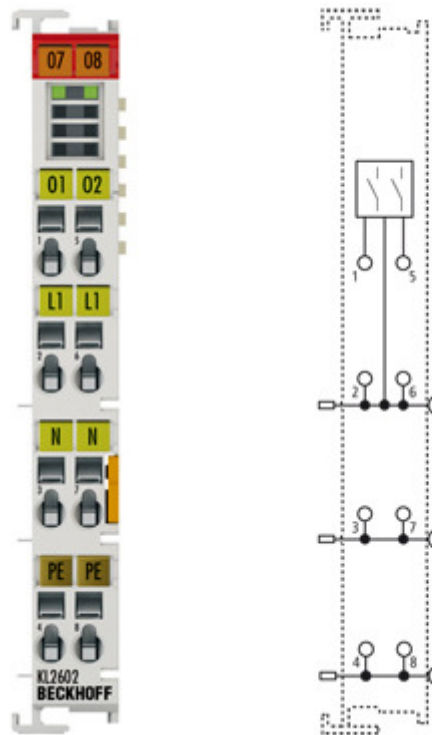


Abbildung 7 Dimmerkarte KL2622

„Die Ausgangsklemmen KL2602 und KL2622 besitzen zwei Relais mit je einem Einzelkontakt und können zur Schaltung von Netzspannungsverbrauchern bis 230 V AC eingesetzt werden. Die Relaiskontakte der KL2602 sind mit den Powerkontakten verbunden, während die Relaiskontakte der KL2622 potentialfrei und nicht mit den Powerkontakten verbunden sind.“²¹

²¹ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl2602_kl2622.htm

3.1.1.4 2 Kanal Triac Ausgangsklemme 12...230V AC KL2732

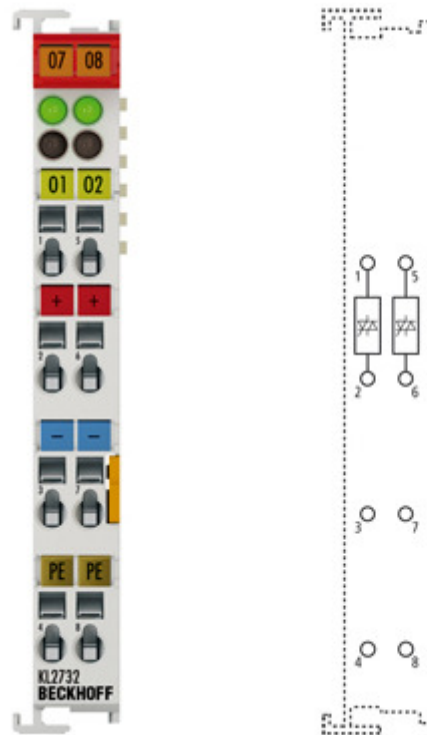


Abbildung 8 2DO KL2732

„Die Ausgangsklemme KL2732 schaltet mit Hilfe eines Leistungsschalters eine Netzwechselspannung von 12 V bis 230 V AC. Das Schaltelement ist ein Triac, das durch die Halbleitertechnik verschleißfrei arbeitet. Die KL2732 besitzt zwei gegeneinander verriegelte Ausgänge und arbeitet mit zwei potenzialfreien Schaltern. Die Triac-Ausgangsklemme ist besonders gut für Wendemotoren geeignet.“²²

²² http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl2732.htm

3.1.1.5 1-Kanal Universal Dimmerklemme 230V AC, 300VA KL2751

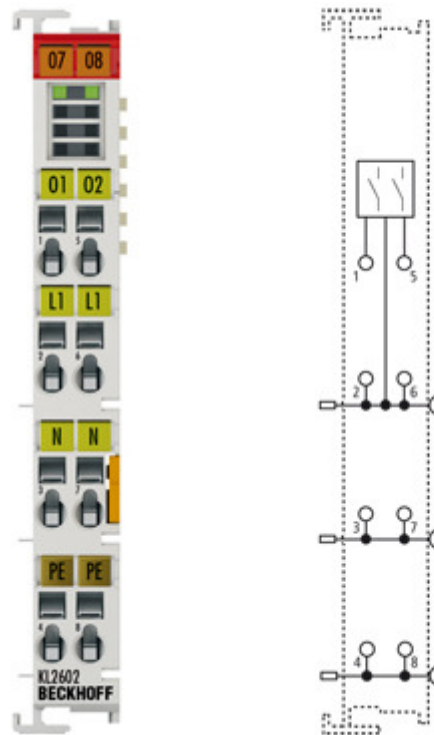


Abbildung 9 Dimmerklemme KL2751

„Die Dimmer-Busklemme KL2751 ist für den direkten Anschluss unterschiedlicher Beleuchtungsgeräte vorgesehen. Die dimmbaren Beleuchtungsgeräte, wie Glühlampen, induktive und elektronische Vorschaltgeräte, werden erkannt und in der richtigen Betriebsart angesteuert. Über die Prozessdaten werden die gewünschten Helligkeitswerte vorgegeben. Die KL2751 errechnet die richtigen Ansteuerwinkel im Phasenan- oder Phasenabschnitt zu dem gewünschten Wert. Der Ausgang ist kurzschlussfest und überlastsicher. Der Betrieb der KL2751 ist an jedem Feldbus möglich. Der Status der Last kann eingelesen werden.“²³

²³ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl2751.htm

3.1.1.6 4 Analoge Eingangsklemme KL3054

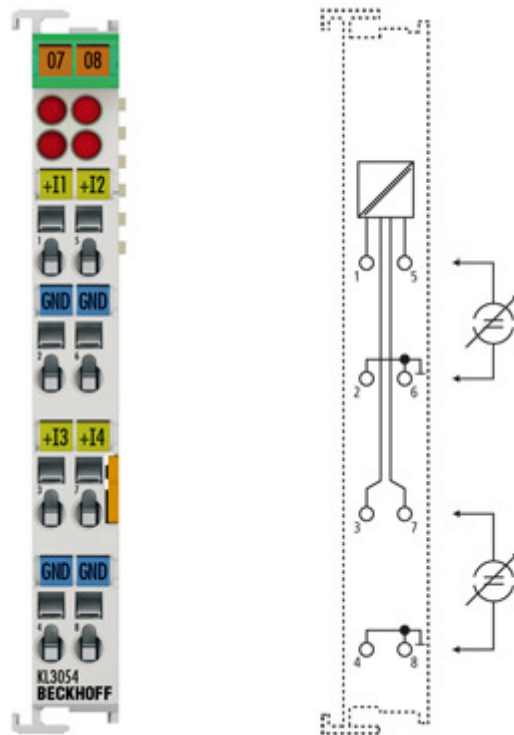


Abbildung 10 4AI KL3054

„Die analoge Eingangsklemme KL3054 hat die Aufgabe, analoge Messsignale galvanisch getrennt zum Automatisierungsgerät zu übertragen. Die Eingangselektronik ist unabhängig von der Versorgungsspannung der Powerkontakte. Der Masseanschluss ist das Bezugspotenzial für die Eingänge. Die Error-LEDs zeigen Überlastung und Drahtbruch an. Die KL3054 vereint vier Kanäle in einem Gehäuse.“²⁴

²⁴ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl3054.htm

3.1.1.7 4 Analoge Eingangsklemme PT100 KL3204

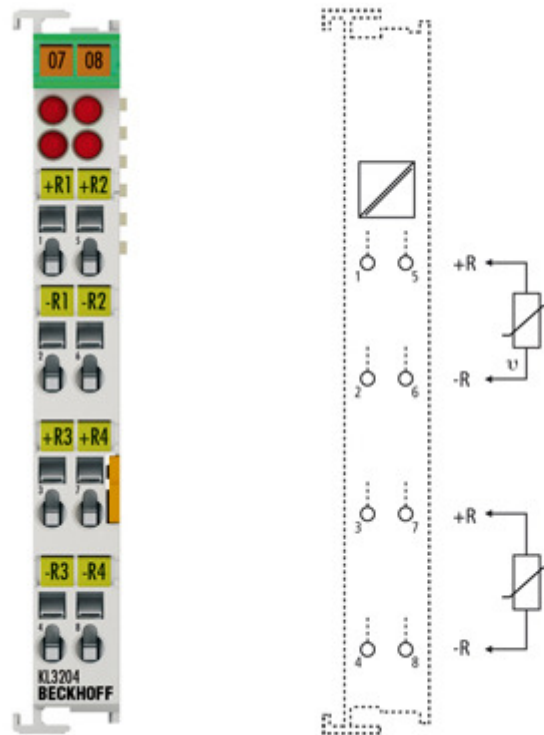


Abbildung 11 4AI KL3204

„Die analoge Eingangsklemme KL3204 erlaubt den direkten Anschluss von vier Widerstandssensoren. Die Schaltung der Busklemme kann Sensoren in 2-Leitertechnik betreiben. Die Linearisierung über den gesamten Temperaturbereich wird durch einen Mikroprozessor realisiert. Der Temperaturbereich ist frei wählbar. Die Standardeinstellung der Busklemme ist: Auflösung 0,1 °C im Temperaturbereich der PT100-Sensoren. Die Error-LEDs zeigen Sensorstörungen (z. B. Drahtbruch) an. Die KL3204 vereint vier Kanäle in einem Gehäuse“²⁵

²⁵ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl3204.htm

3.1.1.8 4 Analoge Ausgangsklemme 0..10V KL4004

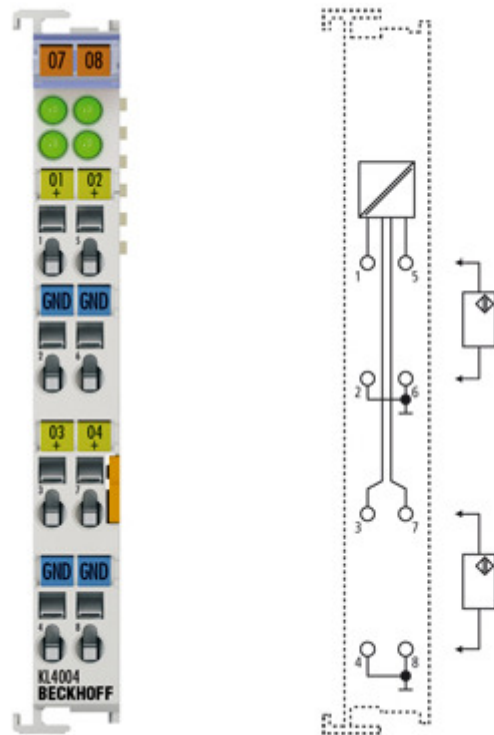


Abbildung 12 4AO KL4004

„Die analoge Ausgangsklemme KL4004 erzeugt Signale im Bereich von 0 bis 10 V. Die Spannung wird mit einer Auflösung von 12 Bit galvanisch getrennt zur Prozessebene transportiert. Die Ausgangskanäle der Busklemme besitzen ein gemeinsames Massepotenzial. Den Datenaustausch mit dem Buskoppler zeigen Run-LEDs an“²⁶

²⁶ http://beckhoff.at/default.asp?bus_terminal/kl4004.htm

3.1.2 Hardware Rechner

Das Basissystem automationX 4.8 ist seit jeher hardwareunabhängig. Als Betriebssystem kann sowohl Linux als auch Windows verwendet werden. Die Mehrheit der Anwendungen laufen jedoch auf Windowsebenen ab Windows NT4.0. Die aktuell verwendete Version von HaM&aX bei diesem Projekt läuft auf Windows XP.

Welcher Rechner für die Steuerung gewählt wird ist meist wieder eine Kostenfrage. Hier wurde ein Touchpanel PC von ADS-TEC ²⁷ eingesetzt.

Technische Daten des Rechners OPC7022 Touch Rechners.²⁸

	OPC7022
Gehäuse	Aluminium Druckguss, pulverbeschichtet
Frontblende	Glasfaserverstärkter Kunststoff, lackiert
Display	21,5" TFT / 1920 x 1080 / 16,7 Mio. Farben /
Touch	Resistiver Industrie-Touchscreen
Prozessor	Intel® Core™2 Duo 2,26 GHz (SP9300, 45 nm, 64-bit, 6 MB L2 Cache, FSB 1066 MHz)
RAM	1 GB bis 8 GB DDR3
Grafikcontroller	Intel® GMA X4500
Grafikspeicher	max. 256 MB shared
Massenspeicher	2 x Flash SSD
Schnittstellen	1 x COM 1 (RS232) / 1 x USB 2.0 in der Frontblende / 5 x USB
Netzwerk	3 x Ethernet (10/100/1000 MBit) RJ 45
Netzteil	24V DC +/- 20 % (19 bis 29 V)
Betriebssystem	Windows® 7 Professional / Ultimate, Windows® XP Professional oder Linux
Schutzart	Frontseitig, IP65
Betriebstemperatur	5 bis +45 °C
Abmessungen	553 x 355 x 68 mm
Einbautiefe	54 mm
Einbauausschnitt	532 x 334 mm
Gewicht	7,5 kg
Vibration	DIN EN 60068-2-6
Schock	DIN EN 60068-2-27
Feuchte	10 bis 85 % nicht kondensierend

Tabelle 1 Technische Daten OPC7022

²⁷ <http://www.ads-tec.de>

²⁸ <http://www.ads-tec.de/computer-und-netzwerk/industrie-pc/panel-pcs-thin-clients/opc7000-serie/opc7000-serie/technische-daten.html>

3.1.3 Hardwareaufbau

Der Screenshot zeigt den Aufbau der eingesetzten Beckhoff-Komponenten.

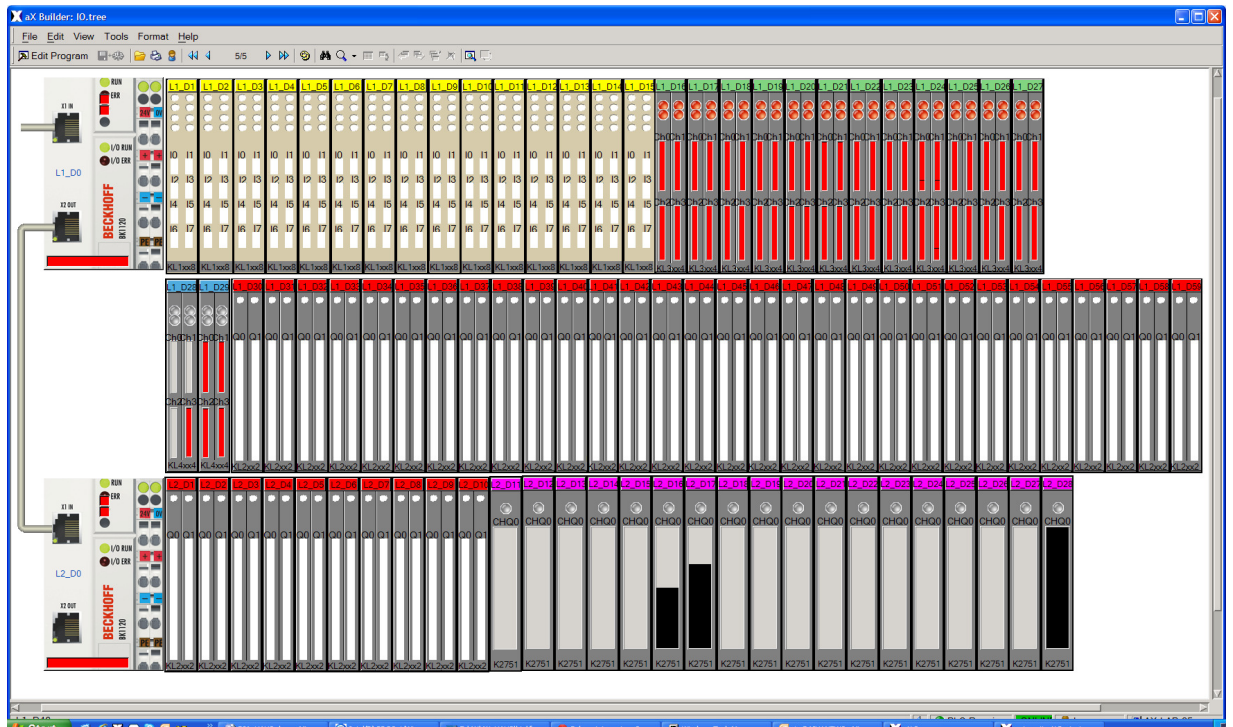


Abbildung 13 Hardware Topologie

Zum Einsatz kommen 2 Stück BK1120, welche mit Standard Patchkabel CAT5 verkabelt sind. Die Verkabelung ist auf dem Bild schematisch dargestellt.

Nötig ist ein zweiter BK1120, da nach einer Baugruppenstückzahl von 64 Modulen die übertragbare Datenmenge erreicht ist.

Folgende Anschaltungen sind in Verwendung.

Bezeichnung	Typ	Stk.	EP	Summe
BK1120	Buskoppler	2	350	700
KL1408	8-KANAL-DIGITAL-EINGANSKLEMME	14	24,16	338,24
KL2622	2-Kanal-Relais-Ausgangsklemme	30	22,869	686,07
KL2732	2-Kanal-Triac-Ausgangsklemme	10	18,522	185,22
KL2751	1-Kanal-Universal-	19	39,06	742,14
KL2791	1-Kanal-AC-Motor-	4	46,62	186,48
KL3054	4-KANAL-ANALOG-Eingangsklemme	6	113,06	678,36
KL3204	4 analoge Eingänge RTD f. Wide	5	116,608	583,04
KL4004	4-Kanal-Analog-Ausgangsklemme	1	113,06	113,06
KL9400	K-Bus-Netzteil 2A u. Potential	2	57,98	115,96
				4328,57

Tabelle 2 Preisliste Baugruppen

3.2 Bedienkonzept

3.2.1 Fingerbedienung (Touch)

Als grundlegende Idee des Bedienkonzeptes wurde davon ausgegangen, dass Ham&Ax immer auf einem sogenannten Touchpanel PC bzw. einem Touchterminal bedient und gesteuert wird.

Diese Voraussetzung musste in jedes Bedienelement (Popups, Tabellen, Fenster,...) einfließen.

D.h. in Kurzform: es müssen sämtliche Eingriffe (mit Ausnahme systemkritischer Einstellungen und/oder Programmänderungen) auch mit Fingern bedient werden können. Dazu wurde zuerst mittels MS Powerpoint eine 3D Grafik eines Buttons erstellt und diese dann in das PLS²⁹ gepflegt. Da auch das gesamte Projekt auf einem Touchpanel programmiert wurde, konnte man immer sofort testen ob die Bedienbarkeit gegeben ist oder ob etwaige Verbesserungen ersichtlich sind.

Schwierigkeiten macht lediglich die Abwägung, welche Bedienflächen als Touchbedienung geeignet sind. Die Frage lautet: Ist jede Veränderung auch wirklich am

²⁹ Prozessleitsystem

Bedienpanel zu machen oder sollte man dazu nicht doch ein Programmiergerät verwenden.

Mit genügend Berufserfahrung und nach Absprache des Hausherrn hat man sich darauf geeinigt, dass nur die Hauptebene, Popups und die wichtigsten Wartungseinstellungen mit dem Finger bedient werden.

Als Spezialfeature wurde angedacht, dass Wertänderungen mit einem Klick um +1/-1 verändert werden können.

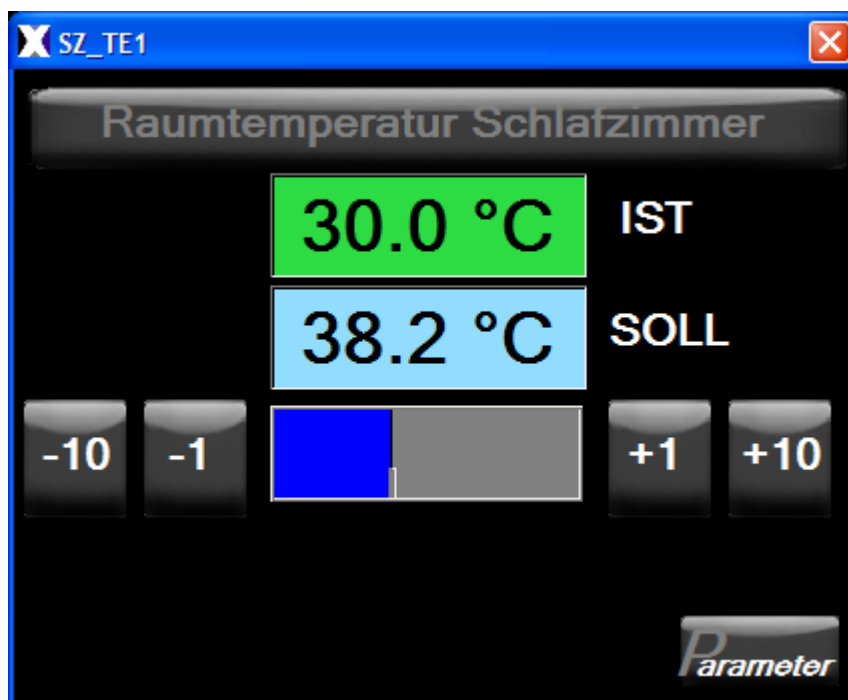


Abbildung 14 Bsp.: Bedienelemente anhand Raumtemperatur

Wird auf „+1“ oder „+10“ kurz getippt wird der Sollwert um eben diesen Wert verändert.

Wird auf „+1“ +der „+10“ geklickt und lässt man den Finger an dieser Position so beginnt nach ca. 1 Sekunde der dementsprechend um 0,1 zu steigen oder zu sinken. Somit spart man hier Bedienoberfläche.

3.2.2 Bildaufbau

Das Handling und der Umgang mit der fertigen Lösung soll so einfach und intuitiv wie möglich gestaltet werden. Dies erfordert eine durchgängige Visualisierung und einen einheitlichen Bildaufbau. Auf der linken Seite jedes Bildes wird die Menüleiste eingebunden. Diese ermöglicht den Wechsel zwischen den einzelnen Bildern.

(Abbildung 16 Bedienleiste)

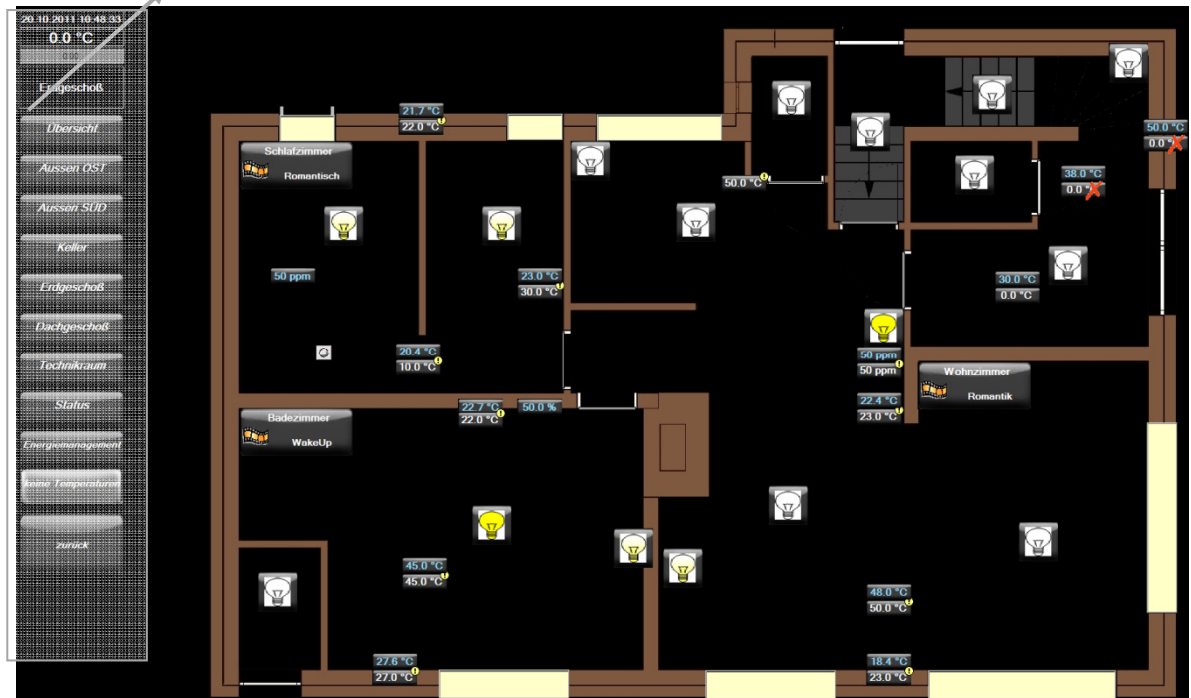
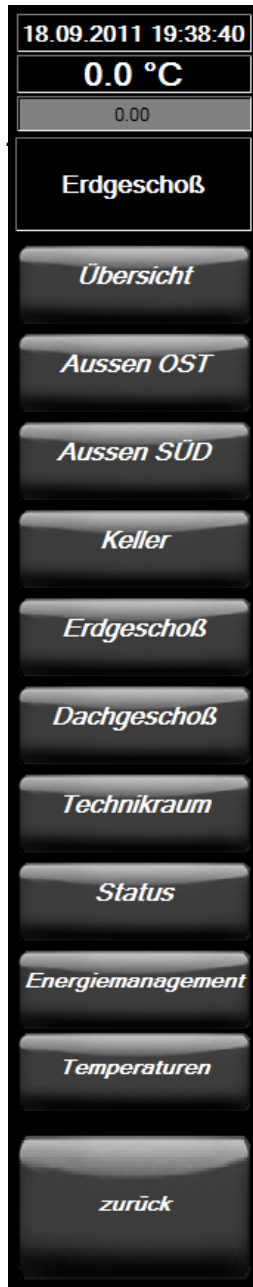


Abbildung 15 Beispielbild Erdgeschoß

3.2.3 Bedienleiste

Eine weitere grundlegende Durchgängigkeit bietet die sogenannte Bedienleiste die in jedem Prozessbild auf der linken Seite eingepflegt wurde. Von dieser Leiste kann man direkt in jedes Bild „springen“ und auch allgemeine Parameter setzen und ändern.



Am oberen Ende wird immer die aktuelle Uhrzeit und Datum eingeblendet.

Darunter werden die Außentemperatur und die zum jeweiligen Raum berechnete bzw. gemessene Durchschnittstemperatur dargestellt.

Die einzelnen Buttons darunter dienen zum Bildwechsel zwischen den einzelnen Räumen.

Der Button „Temperaturen“ wird benutzt um ein „Zuviel“ an Elementen zu unterbinden. Mit diesem Schalter werden die Temperatursensoren ausgeblendet, welche man zuvor also solche mit dieser Möglichkeit definiert hat.

Weitere Buttons mit ähnlichen Funktionen sind angedacht.

Abbildung 16 Bedienleiste

3.3 Software

Im folgenden Kapitel werden die sogenannten Klassen beschrieben. Es wird explizit **nicht** auf jedes Modul im Detail eingegangen, da dies den Rahmen sprengen würde.

Grundlegende Features vorweg:

automationX bedient sich der Objekt-Orientierten-Programmierung kurz OOP.

Jede Funktion kann in einzelne sog. Klassen gekapselt und durch Instanziierung (Verwendung als Objekt) aufgerufen werden.³⁰

Diese Funktion kann sogar so verwendet werden, dass Klassen in Klassen verwendet werden. Dies hat den Vorteil, dass bei der eigentlichen Instanziierung nicht bekannt sein muss welche Funktionen von Nöten sind oder. Bsp.: Eine Instanz „Licht Wohnzimmer“ wird von 2 Schaltern betätigt. Die Klasse „Licht“ ist aber bereits für 5 Schalter ausgelegt. Wird nun ein weiterer Eingang auf der IO aufgelegt, so muss nur mehr eine Software-Verlinkung auf den neuen Eingang gemacht werden, und „Licht Wohnzimmer“ reagiert auch auf diesen Eingang, ohne tief in die Logik eingreifen zu müssen.

³⁰ Krüger, Guido; Stark, Thomas: Handbuch der JAVA Programmierung S155

3.3.1 Lichtsteuerung

3.3.1.1 Vorgaben an die Lichtsteuerung:

- Bedienelement : Taster statt Wechselschalter
- Dimmen
- Leistungsverbrauch aufzeichnen
- Wartungsmanagement
- Variable Verbraucher / Glühlampe oder Leuchtstoffröhre

3.3.1.2 Bedienung Licht



Abbildung 17 Grafische Repräsentanz Licht

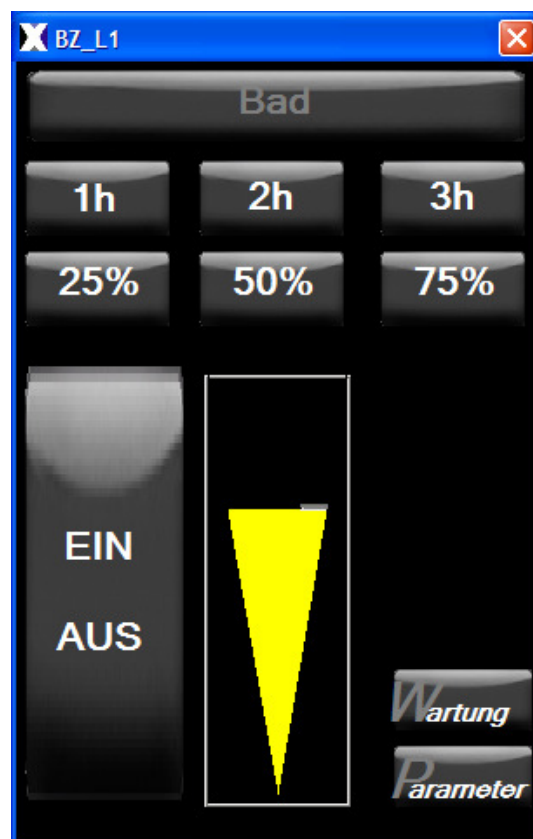


Abbildung 18 Bedienfenster Licht

3.3.1.3 Bedienung und Konzept Licht

Für jeden Verbraucher vom Typ „Licht“ wurde eine Instanz im Prozessbild gesetzt. Die grafische Repräsentanz zeigt immer den aktuellen Status am Bild an und kann von hier aus direkt gesteuert werden. Bei Klicken auf das Icon wird das jeweilige Popup geöffnet. Durch Klicken auf EIN bzw. AUS wechselt das Licht zwischen 0% und 100% Lichtstärke. Des Weiteren kann auch sanft gedimmt werden indem der Slider in der Mitte verstellt wird.

Am Kopf des Popups kann auch noch ein Zeitprogramm aktiviert werden. Das bedeutet das bei Drücken des „2h“ Schalter die aktuelle Lichtstärke über einen Zeitraum von 2h auf 0% gedimmt wird. Diese Funktion ist z.B. zum sogenannten „Fernsehschlafen“ geeignet.

3.3.1.4 Wartungsfenster Licht



Abbildung 19 Wartungsfenster Licht

Im sogenannten Wartungsfenster kann eine Überwachung des Lichtes aktiviert werden. Dies ermöglicht eine aktive Meldung an den Bediener wenn eine gewisse Grenze an Betriebsstunden oder Schaltspielen überschritten wurde. Verwendbar als Vorwarnung um Ersatzlampen zu organisieren. Sind die Sollwerte auf „0“ eingestellt, so werden keine Alarme ausgegeben. Es muss aber prinzipiell die Wartung aktiviert werden um diese Möglichkeiten nutzen zu können. Ist ein Alarm aufgetreten so kann dies vom Bediener quittiert werden und ein Zeitstempel des Eingriffes wird festgehalten.

3.3.1.5 Parameterfenster Licht

The screenshot shows a software window titled "Bad" with a blue header bar containing "BZ_L1" and a close button. The window is divided into several sections. On the left, there are three vertical sliders, each with "-1", "0", and "+1" buttons. The first slider is labeled "Zeit bis 'dimmen' erkannt wird 1...3s" and has a value of "1 s". The second slider is labeled "Regelgeschwindigkeit 0...10" and has a value of "1". The third slider is labeled "Leistungsaufnahme [W]" and has a value of "50 W". On the right side, there are three checkboxes: "automatisch AUS", "Bewegungsmelder", and "ZufallsLicht". Below the first checkbox is a timer set to "15 min" with "-1" and "+1" buttons. Below the second checkbox is a value of "900". At the bottom, there are two rows of data: "0.609 kWh" and "0.09 €" on the left, and "Kosten/Jahr max: 65.7 €" and "Kosten/Jahr Prognose: 32.9 €" on the right. A "Kosten Rücksetzen" button is located at the bottom left.

Abbildung 20 Parameterfenster Licht

Im Parameterpopup werden folgende Werte definiert:

Zeit bis dimmen erkannt wird: Dies definiert wie lange der Bediener am Lichtschalter gedrückt halten muss bis „dimmen“ ausgelöst wird. Da ein kurzer Tastendruck ja nur „Licht ein“ oder „Licht aus“ auslösen soll.

Regelgeschwindigkeit: gibt an wie schnell das Licht beim dimmen zwischen „ganz Hell“ und „ganz DUNKEL“ variiert.

Leistungsaufnahme: Hier wird die Nominalleistung des Verbrauchers eingetragen. Anhand dieses Wertes werden die Energiekosten berechnet.

Automatisch Aus: Entspricht einer sog. Treppenhausfunktion. Das Licht geht nach dem einschalten automatisch nach dieser Zeitspanne wieder aus. (Stromsparfunktion).

Des Weiteren werden aktuelle Kosten des Verbrauchers in diesem Fenster dargestellt.

Ebenso können die bereits angelaufenen Kosten hier auch rücksetzt werden.

Bewegungsmelder: Wenn dieses Feld aktiviert ist – so reagiert das Licht auf einen konfigurierten Bewegungsmelder.

Zufallslicht: Bei Aktivierung dieser Funktion kann ein z.B.: Außenlicht in unregelmäßigen und zufälligen Sequenzen geschaltet werden, um etwaige Diebe zu irritieren und eine Präsenz vorzutäuschen. Es ist auch angedacht, vom Hausbesitzer zu „lernen“ und so Standardverhalten etwaigen Einbrechern während dessen Abwesenheit vorzugaukeln.

3.3.2 Jalousiensteuerung

3.3.2.1 Vorgaben an die Jalousiensteuerung:

- Bedienelement : Taster statt Wechselschalter
- Positionierung
- Leistungsverbrauch aufzeichnen
- Wartungsmanagement

3.3.2.2 Bedienung Jalousie

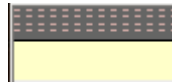


Abbildung 21 Grafische Repräsentanz Jalousie

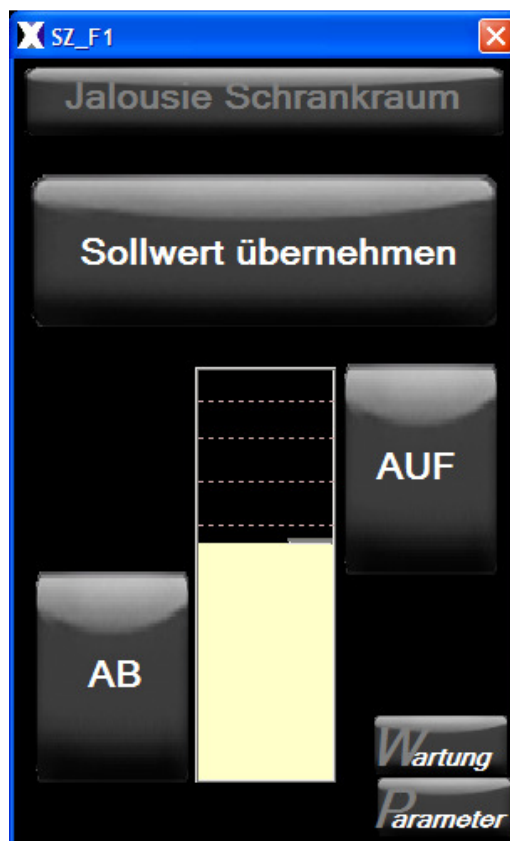


Abbildung 22 Bedienfenster Jalousie

3.3.2.3 Bedienung und Konzept Jalousie

Für jeden Verbraucher vom Typ „Jalousie“ wurde eine Instanz im Prozessbild gesetzt. Die grafische Repräsentanz zeigt immer den aktuellen Status am Bild an und kann von hier aus direkt gesteuert werden. Bei Klicken auf das Icon wird das jeweilige Popup geöffnet. Die Jalousien können mit den Tasten AUF und AB verstellt werden in dem die Tasten über längere Zeit gedrückt werden und bei loslassen der Tasten stoppen auch die Jalousienmotoren. Des Weiteren kann auch direkt mit dem Slider ein gewünschter Punkt eingestellt werden.

3.3.2.4 Wartungsfenster Jalousie

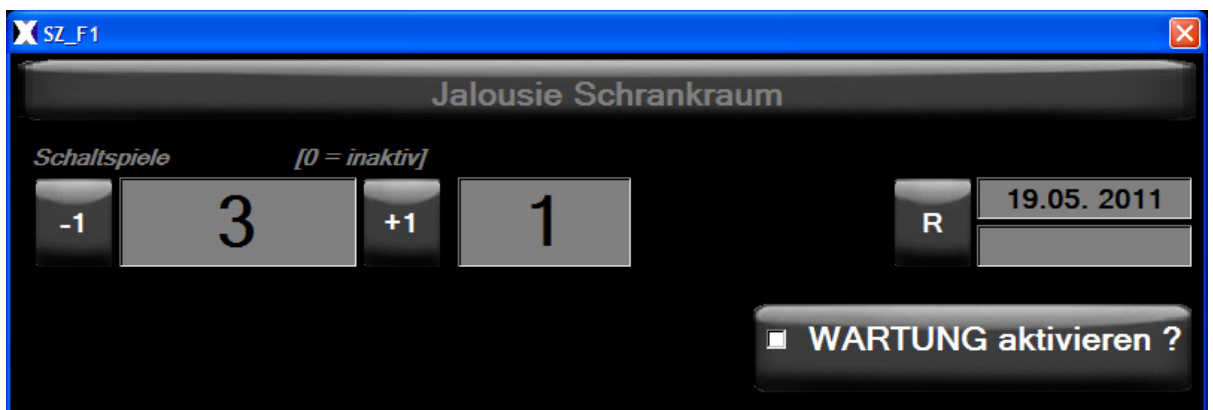


Abbildung 23 Wartungsfenster Jalousie

Im sogenannten Wartungsfenster kann eine Überwachung der Jalousie aktiviert werden. Dies ermöglicht eine aktive Meldung an den Bediener wenn eine gewisse Grenze an Schaltspielen überschritten wurde. Verwendbar als Vorwarnung um den Jalousienmotor zu warten. Sind die Sollwerte auf „0“ eingestellt, so werden keine Alarmer ausgegeben. Es muss aber prinzipiell die Wartung aktiviert werden um diese Möglichkeiten nutzen zu können. Ist ein Alarm aufgetreten so kann dies vom Bediener quittiert werden und ein Zeitstempel des Eingriffes wird festgehalten.

3.3.3 Szenenprogramme

Damit der Bediener nicht in jedem Raum sämtliche Lichter und Jalousien anpassen muss, wurden sog. Szenenprogramme erstellt. Diese Elemente fassen alle Lichter und Jalousien eines Raumes zusammen. Und von hier aus werden dann bis zu 3 verschiedene Szenarien eines Raumes definiert.

3.3.3.1 Vorgaben an die Szenenprogramme

- Einfache Bedienung
- Gegliedert in Bedienebene und Parameteriebene.

3.3.3.2 Bedienung Szenenprogramm

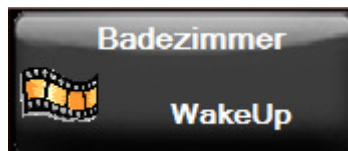


Abbildung 24 Grafische Repräsentanz Szenenprogramm



Abbildung 25 Bedienfenster Szenenprogramm

Durch einfaches Anwählen einer Szene werden die voreingestellten Werte übernommen. Erfolgt kein weiterer Eingriff oder Automatikbefehl so bleiben diese Werte auch beibehalten. Das bedeutet aber auch das natürlich weitere direkt Eingriffe in zum Beispiel

Licht oder Jalousie möglich ist. Es wird also mit dem Auswählen einer Szene nur ein kurzer Impuls an die Verbraucher gesendet.

3.3.3.3 Parameterfenster Szenenprogramme



Abbildung 26 Parameterfenster Szenenprogramme

Bei der Inbetriebnahme des Hausleitsystems werden nur die bestehenden Lichter und Jalousien in ein Szenenprogramm eingebunden. Daraus ergibt sich das nicht jedes Szenenfenster die gleiche Anzahl an Verbrauchern beinhaltet (siehe Abbildung 25 Bedienfenster Szenenprogramm) im Bereich Licht/Jalousien.

Im oberen Teil des Popups werden die Sollwerte für die 3 Szenen definiert.

Es kann der Name der Szene frei definiert werden, sowie der Lichtwert und der Jalousienstand. Zu jeder Szene ist eine Zeile zugeordnet. Unter den jeweiligen Verbrauchern werden auch immer die Energiekosten eingeblendet.

Im unteren Bereich des Popups finden sich die nötigen Einstellungen um die Raumtemperatur zu verändern.

Bei diesem Projekt kommen zu einer klassischen Raumregelung auch die Möglichkeiten dazu die Wandheizung und die Fußbodenheizung separat zu verändern.

Jeder Regelgröße hat den aktuellen ISTWERT und den SOLLWERT dargestellt.

Durch Drücken der +1 oder -1 Taste wird der Wert um 1 ° verändert. Wird die +1(-1) Taste gedrückt gehalten – so können damit die Grade im Zehntelbereich verändert werden.

Absenkdelta: Da die meisten Räume zu bestimmten Zeiten nicht voll beheizt werden müssen, wie etwa das Schlafzimmer in der Nacht, wurde ein sog. Absenkdelta eingeführt. Damit kann vorgegeben werden von wann bis wann die Solltemperatur um X-Grad abgesenkt werden soll. Nach Verstreichen dieser Zeit wird das SOLL wieder auf den ursprünglichen Wert angehoben.

Diese Funktion wurde auch benutzt, wenn ein Fenster geöffnet wurde.

Da es durchaus passieren kann, falls beim Lüften der Räumlichkeiten jemand vergisst die Fenster wieder zu schließen. Um somit die Geldbörse und die Umwelt zu schonen wird die Heizung nach einstellbarer Zeit entweder um ein gewisses Delta abgesenkt, oder die Heizung komplett abgedreht. Dies kann damit erreicht werden indem die Steuerventile für den jeweiligen Raum geschlossen werden.

Automatisch kann auch unabhängig von einer Fensterstellung die Heizung abgedreht werden, bzw. muss dies auch erfolgen um etwaige Frostschäden zu vermeiden.

3.3.4 Alarmanlage

„Zuwachs bei Einbrüchen in Wohnungen und Einfamilienhäusern:

Bei Einbrüchen in Wohnungen und bewohnten Einfamilienhäusern ist im Vergleich zu 2009 ein Rückgang (6.194), jedoch im Vergleich zum 1. Quartal 2010 ein Anstieg von 4.361 auf 4.513 im 1. Quartal 2011 festzustellen.“³¹

Dieser Auszug aus der Kriminalstatistik, veröffentlicht vom BMI³² zeigt, dass eine Alarmanlage auf jeden Fall eine sinnvolle Investition ist.

Bei diesem Projekt wurde keine „echte“ Alarmanlage verbaut. Lediglich Bewegungssensoren welche gezielt aktiviert oder deaktiviert werden.

Wann welcher Bewegungsmelder scharf geschaltet wird, bleibt dem Hausbesitzer überlassen und kann auch im Kalender (siehe Kalenderfunktion) konfiguriert werden.

Bei Auslösung eines Melders wird im Programm hinterlegt, welche Aktion folgt. Dies kann ein SMS ebenso sein wie ein EMAIL an definierte Benutzer oder Benutzergruppen.

Denkbar wäre es auch hier mit Webcams einen Stream aufzuzeichnen, wenn ein Melder anspricht. Die Einbindung einer solchen Webcam könnte fix an einen bestimmten Punkt im Haus gebunden sein (Thema Verkabelung). Oder es werden WLAN-Webcams installiert.

3.3.5 Heizungsregelung

Die Heizung bzw. der Heizkessel per se wird nicht geregelt. Wohl aber die weiteren Flusswege des Warmwassers. Realisiert wird dies mittels Stellventilen in der Fussboden und Wandheizung. Abhängig von der Jahreszeit, der Außen-, Innen- und Solltemperatur wird der Vorlauf der Heizung geregelt.

Die Eingriffsmöglichkeiten für den Standardbediener beschränken sich hierbei auf die Veränderung des Sollwertes.

³¹ http://www.bmi.gv.at/cms/BK/publikationen/krim_statistik/files/2011/1442011_KrimEntwicklung_2011.pdf

³² Bundesministerium für Inneres

3.3.5.1 Vorgaben an die Temperaturregelung:

- Temperatur „intelligent“ regeln
- Temperaturkurven aufzeichnen
- Wartungsmanagement der Ventile

3.3.5.2 Bedienung Temperaturregelung

Die Bedienung der Temperaturregelung erfolgt zweigeteilt. Einerseits kann die Temperatur erwartungsgemäß in jedem Raum eingestellt werden, und zwar im Szenenprogramm. Andererseits kann auch die Solaranlage angepasst und justiert werden.

Die Warmwasseraufbereitung wird zusätzlich zur klassischen Erwärmung mittels Heizkessel auch von einem Sonnenkollektor getragen. Aufgabe der Steuerung ist es nun den kostenoptimalen Wirkungsgrad anzustreben. Dies wird durch den Vergleich Einlauftemperatur/Auslauftemperatur erreicht. Um auf einen starren EIN/AUS-Betrieb zu verzichten wird die Umwälzpumpe mit variabler Geschwindigkeit geregelt. Die Anpassungsmöglichkeiten der Solarregelung werden hier kurz vorgestellt.

Solarregelung			
Delta T Soll	3.00	Temp. Solar	93.0
Delta T Ist	1.00	Temp Vorlauf	92.0
PID kp	1.0	Temp. WW	92.0
PID Ti	50	Temp HZ	50.0
T1max (Ventil offnet)	75.0	T2max Pumpe stoppt	80.0
T1max Hysterese	10.0	T2max Hysterese	2.0
T1max - Hyster. Ventil schliesst	65.00	T2max - Hyster. Pumpe startet	78.00

Abbildung 27 Solarregelung

Delta T Soll: Ist das Zieldelta zwischen Auslauf Solaranlage und Einlauf Pufferspeicher. Bei einer hohen Temperatur in der Solaranlage wird versucht durch eine hohe Drehzahl schnell diese Energie in den Warmwasserpuffer zu wälzen. Je kleiner dann dieses Delta

wird desto langsamer beginnt sich die Pumpe zu drehen. Detailsinstellungen wie die des PID-Reglers sind ebenso einzustellen. Auch die Umschaltparameter des 3-Wegeventils sind frei zu definieren. Ebenso auch wann die Pumpe den Betrieb einstellen soll – Thema: Rentabilität.

3.3.6 Kalenderfunktion

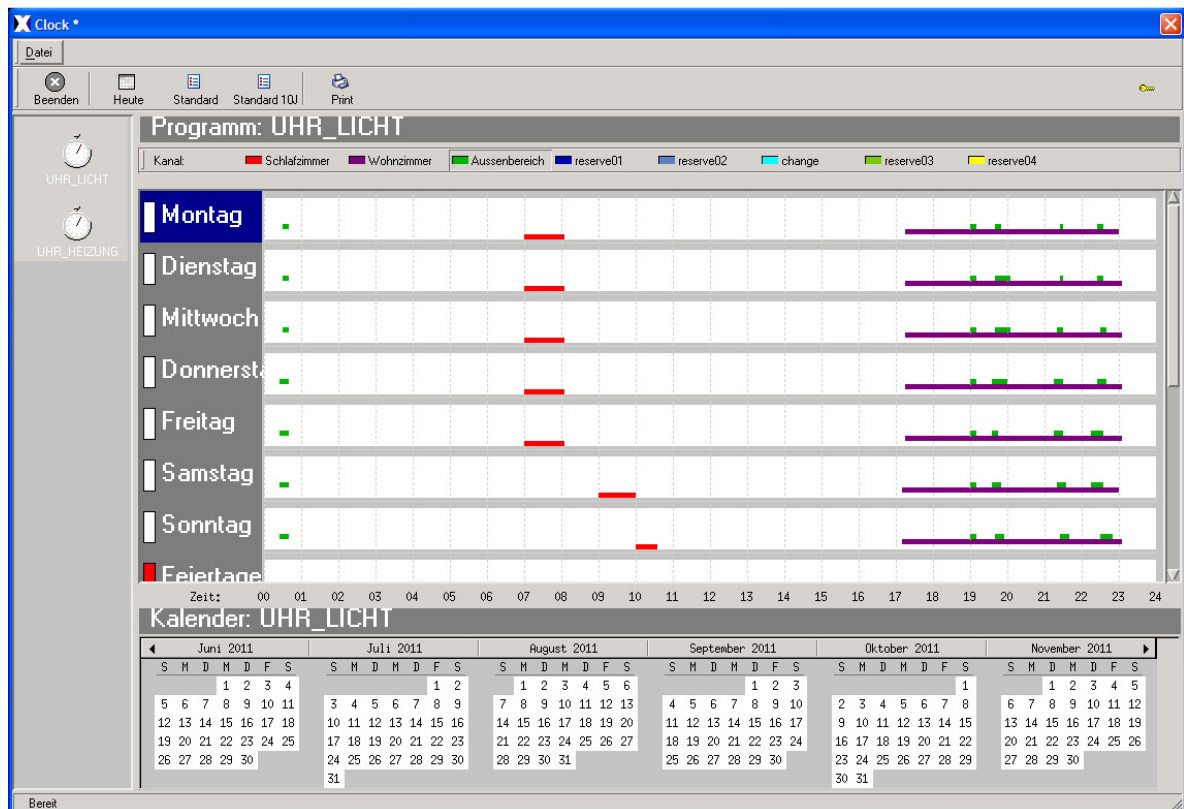


Abbildung 28 Kalender

automationX beinhaltet auch die Funktion wiederkehrende Ereignisse in einem Kalender abzulichten bzw. damit zu steuern. Wie im Screenshot ersichtlich, wurde hier die Lichtsteuerung von Schlafzimmer, Wohnzimmer und Außenbereich erstellt.

Im Detail erläutert:

Schlafzimmer Licht leuchtet werktags zwischen 07:00 und 07:25 Uhr.

Samstags zwischen 09:00 und 09:15 Uhr und

Sonntags zwischen 10:15 und 10:20 Uhr

und wird somit auch als Weckfunktion genutzt.

Wohnzimmer Licht leuchtet täglich zwischen 19:00 und 23:00 Uhr.

Der Außenbereich leuchtet täglich zu bestimmten Zeiten kurz, um etwaige Einbrecher abzuschrecken. Dieses Muster für den Außenbereich sollte wöchentlich aktualisiert werden. Oder aber im Parameterpopup der Außenbeleuchtung die Funktion „Zufallsbeleuchtung“ aktiviert werden. (siehe 3.3.1.5)

3.3.7 Emailalarmierung

Die heutige Vernetzung aller Verbraucher (User) mit dem Internet ist unübersehbar und allgegenwärtig. Der Vormarsch der Smartphones ermöglicht es auch, das nicht mehr nur SMS empfangen werden können sondern jegliche Art von Textmeldungen und auch Bildinformationen.

Diese Entwicklung fließt auch in das System ein, und ist zusätzlich frei konfigurierbar. Somit kann der Hausbesitzer auch bestimmen welche Warnungen resp. Alarme per email versendet werden. Momentan ist die Email-Alarmierung nur für Temperatur-Über. oder – Unterschreitung realisiert.

Die Grenzen sind wie immer frei definierbar und auch ob eine Email gesendet werden soll, kann in jeder Temperaturanzeige definiert werden.

Des Weiteren wurde ein Hauptschalter für Emails am Hauptbildschirm eingebunden, mit dem die Emailfunktion aktiviert/deaktiviert werden kann.

Der Inhalt der email kann laut Standardprogrammierung den Namen der Instanz und den Klartext der Störung beinhalten, oder aber der Text wird mit dem Kunden abgestimmt.

Als ZusatzFeature könnte man zur Störung auch eine Liste an Lösungen ebenfalls mit der Email versenden.

3.3.8 Externer Webzugriff

Wie auch beim email-Versand bei Störungen wird es auch immer häufiger nötig Zugriff auf das Haus zu haben, auch wenn man gerade mal nicht vor Ort ist.

Sei es um die Sauna einzuschalten, wenn man von der Arbeit nach Hause fährt oder die Umwälzpumpe des Pools um nach getaner Arbeit sich abzukühlen.

Zu diesen Features gesellen sich aber auch die Notwendigkeiten eines externen Zugriffs für den Support und Wartung einer Steuerung. Es soll auch für den Programmierer der Anlage möglich sein, schnell und effektiv zugreifen zu können, um etwaige Störungen zu bereinigen oder zumindest zu analysieren.

Realisiert wird dieser Zugang, auf einen sehr simplen Weg.

Da die gesamte Steuerung bereits auf einem windowsbasierendem Steuerpanel läuft, reicht eine normale Internetverbindung.

Das eingesetzte Panel besitzt überdies selbst über 3 Netzwerkkarten, wobei eine für die Steuerung der Anlage belegt ist, und die 2. Und 3. Karte freiverfügbar sind.

Über diese Netzwerkkarte wird der gesamte Internetverkehr abgewickelt.

Da der Zugriff auf die Steuerung über verschiedenste Möglichkeiten erreicht werden, kann möchte ich an dieser Stelle auf 3 davon eingehen.

3.3.8.1 Teamviewer

Eine der einfachsten Zugangsmöglichkeiten von außen stellt das Produkt Teamviewer der Firma Teamviewer GmbH dar. Lediglich ein Internetzugang ist auf der Steuerung nötig.

„Mit TeamViewer steuern Sie aus der Ferne beliebige PCs, als würden Sie direkt davor sitzen - auch über Firewalls hinweg.

Bei Ihrem Partner muss lediglich ein kleines Programm gestartet werden, für das keine Installation und keine Adminrechte erforderlich sind.“³³

Damit kann der Benutzer selbst festlegen wann immer er Hilfe benötigt startet er dieses Programm (aus dem Hausleitsystem direkt heraus) und erst dann kann eingewählt werden. Somit ist die Frage der Sicherheit auch geklärt.

Nachdem sich der Support eingewählt hat, hat man den gleichen Bildschirminhalt wie der Verbräucher rund kann sich auch direkt vom Verbraucher die Störung zeigen lassen.

Diese Möglichkeit der Einwahl kann aber nicht nur zur Problemlösung genutzt werden – sondern auch zur Steuerung des Hauses.

Vorteil: Internetzugang reicht.

Nachteil: Lizenzgebühren : 500€

³³ www.teamviewer.com/de/index.aspx

3.3.8.2 UltraVNC

Die nächste Variante kann mit dem Freewareprodukt UltraVNC³⁴ realisiert werden. Dazu benötigt es aber einer bekannten IP Adresse um von extern auf das Touchpanel zugreifen zu können. Dies wiederum erfordert einen LAN Router welcher über eine DYNDNS Funktion verfügt. Damit wird die meist von den Internetprovidern zur Verfügung gestellte dynamische Adresse in eine statische Adresse gewandelt.

Die eigentliche Einwahl erfolgt dann ähnlich wie bei Teamviewer.

Vorteil: Gratis

Nachteil: IP Adresse muss bekannt sein und Zugang muss eingerichtet werden

3.3.8.3 RemoteDesktop

Dies ist die RemoteZugangslösung die sich bereits an Board von Microsofts³⁵ Produkten der neueren Generation befindet. Ab WindowsNT³⁶ aufwärts ist diese Lösung denkbar. Bei dieser Lösung kommt alles aus dem Hause Microsoft und nichts muss extra installiert werden.

Welche Lösung für den RemoteSupport verwendet wird, ist eine Preisfrage.

Welche Lösung aber für die Steuerung der Anlage aus der Ferne verwendet wird, ist eine Machbarkeitsfrage.

Teamviewer, UltraVNC und RemoteDestop³⁷ von Microsoft, eignen sich hervorragend wenn man vor einer Bedienstation sitzt, welche annähernd die gleiche Bildschirmauflösung besitzt wie das Touchpanel.

Schwieriger wird es bei Ausgabegeräten mit kleinerer Auflösung (alte Monitore, Handys, Smartphones,...).

³⁴ <http://www.uvnc.com/>

³⁵ Microsoft Corporation ist ein multinationaler Softwarehersteller

³⁶ Windows NT ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation

³⁷ Remote Desktop ist ein Programmteil von Windows Produkten auf NT Plattformebene ab Windows2003

Um auch hierzu eine Lösung zu finden wird in die bestehende Steuerung ein APACHE Server integriert. Dieser wiederum bekommt via PHP Skripten die aktuellen Daten aus automationX zur Verfügung gestellt.

Somit können individuelle Homepages auf dem Apache-Server aufgerufen werden, und damit die Steuerung bedient werden.

Vorteil: Gratis

Nachteil: Die IP³⁸ Adresse muss bekannt sein und der Zugang muss eingerichtet werden.

3.3.9 Smartphone Applikation

Um beim Endausbau des Produktes anzukommen, ist es sinnvoll Teile des Hauses auch via Smartphone zu steuern. Angedacht wäre hier eine Android Lösung, da dies meines Erachtens die offenerere und zukunftsweisendere Lösung ist. Durchaus denkbar wären Lösungen am iPhone³⁹ von Apple⁴⁰.

Als Zwischenlösung ist ein Aufrufen einer angepassten Homepage am Steuerungspanel angedacht. Diese Homepage muss für den kleineren Bildschirm dermaßen angepasst werden, sodass nur wenige Buttons reichen um die wichtigsten Bedienungen durchzuführen.

³⁸ IP Internet Protokoll

³⁹ iPhone ist ein Markenprodukt der Firma Apple Inc.

⁴⁰ Apple Inc. ist ein Unternehmen das Computer und Unterhaltungselektronik herstellt.

3.3.10 Nutzerebenen (Passwortschutz)

Um verschiedensten Bedürfnissen und Anwendern gerecht zu werden, gibt es natürlich auch die Möglichkeit sich entsprechend anzumelden um Fehleingriffe zu vermeiden bzw. nur zulässige Bedienungen zu gewährleisten.

Das Basisprogramm automationX in seiner Version 4.8 verfügt bereits die Möglichkeit die Nutzerrechte zu verwenden. Im System sind sogenannte Nutzerebenen eingerichtet. Es gibt in Summe 16 verschiedene Ebenen welche vordefiniert sind. Jede dieser Ebenen entspricht bestimmten Rechten im Programm.

Beginnend bei Ebene bzw. Level „0“ – diese Ebene wird grundsätzlich als „Startup-User“ verwendet, bzw. wird diese Ebene dem „Gast“ zugewiesen. In dieser „Gast“ Rolle, sollte man nur die Möglichkeit haben sich in eine höhere Ebene einzuloggen.

Aus meiner Erfahrung heraus, als Systemprogrammierer für verschiedenste Kunden der Industrie, macht dies zwar den größten Sinn, wird aber dennoch anders genutzt.

Nämlich als Startup User wird meist auch der Anwender (im speziellen Fall – der Hausbesitzer) eingeloggt.

Der Bediener mit Accesslevel 1 kann somit die grundlegende Funktion bedienen.

Sollen aber etwaige Parameter, Einstellungen usw. verändert werden, so muss man sich auf dem System in eine höhere Ebene einloggen.

Das Einloggen respektive das Ausloggen kann auf jeder Seite eingebunden werden.

Ausloggen sollte man sich in jedem Fall, wenn man sich in einer Administrationsebene befindet, um Fehlbedienungen zu vermeiden.

AutomationX besitzt natürlich auch die Möglichkeit des automatischen Abmeldens in eine vordefinierte Benutzerebene. Damit auch ein „Vergessen“ des Abmeldens keine Gefahr birgt. Hierbei kann eingestellt werden nach welcher Zeit zurück in den normalen Bedienmodus gewechselt wird, auch wenn während dieses Countdowns Eingaben erfolgen sollten. Nach Ablauf dieser Zeit wird man aufgefordert das Kennwort des aktuellen Benutzers einzugeben oder aber man wird ausgeloggt.

3.3.10.1 Vergabe der Nutzerrechte

Wie aber werden Benutzerrechte per se definiert? Dies passiert grundsätzlich bei der Programmierung der Anlage/Haus. Der Programmierer muss entscheiden, meist auch zusammen mit dem Endverbraucher in welchen Kategorien gegliedert wird.

Wie bereits erwähnt gibt es 16 verschiedene Benutzerbenen.

Die Einschränkungen beziehen sich auf die Ebenen und nicht auf die Benutzer.

Einzelne Benutzer können dann vom Endverbraucher angelegt werden und werden auch von ihm kategorisiert.

Beim Programmieren sind weitgehend die Benutzernamen nicht bekannt, sehr wohl aber sollten zu diesem Zeitpunkt die Ebenen definiert sein. Dabei wird dann beim Erstellen des Programms eingegangen und Funktionen gesperrt oder freigegeben.

Es kann vom einzelnen Schalter/Button/Licht/Jalousie bis zu ganzen Bildern (Technikraum nur für den Hausbesitzer) gesperrt/freigegeben werden.

Denkbar ist es auch einzelne Bilder nicht nur zu sperren sondern evtl. auch für niedrigere Benutzerebenen zu verstecken. Angedacht ist dies bei den Kostenverbäuchen, oder bei detaillierten Bildern.

3.3.11 Erweiterungsmöglichkeiten

Da dieses System zum ersten Mal zum Einsatz kommt, ist absehbar dass weitere Verbesserungen und Modifikationen ebenso nötig wie machbar sind.

Angedacht sind folgende Themen:

- **Multimediaanbindung**
Hierbei soll die Möglichkeit geboten werden, komplexe Multimedia Stationen in das System mit einzubinden und zu steuern. Thema: Userabhängige Beschallung.
- **Alarmanlage**
Es soll auch die Möglichkeit bestehen eine echte Alarmanlage in das System einzubinden und weiterführende Alarmierungen von hier aus auch zu bedienen.
- **Lichtszenenprogrammierung**
Darunter wird verstanden dass mit farblichen LED Beleuchtungen verschiedenste Szenen programmiert werden können, um so diverse Stimmungen und Ambients zu erhalten.
- **Raumfeuchteregelung**
Wohlbefinden wird sehr stark über Raumfeuchte beeinflusst. Dies kann durch Raumfeuchteregelung justiert und angepasst werden.
- **Powerline**
Ein Stichwort der Branche. Dadurch versteht man die Vernetzung eines Netzwerkes mit Hilfe der Stromleitungen.
Dadurch wird eine Netzwerkverkabelung nicht mehr nötig und nutzt die bereits vorhandene Infrastruktur (Stromversorgung) um die Daten der netzwerkfähigen Hardware zu übertragen.
- **CCTV⁴¹**
Die Möglichkeit einer Videoüberwachungsanlage in einzubinden wird durchdacht. Somit wäre auch eine Überwachung per Internet möglich.

⁴¹ CCTV: Closed Circuit TV

- RFID⁴²

Bei Betreten des Hauses wird automatisch erkannt welcher User das Heim betreten hat und vordefinierte Präferenzen werden vom „intelligenten Haus“ angesteuert. So zum Beispiel öffnet sich das Garagentor, Haustür, etc. NUR beim Hausbesitzer.

- EnOcean⁴³

Die Funkmodule von EnOcean basieren auf miniaturisierten Energiewandlern, äußerst stromsparender Elektronik und zuverlässiger Funktechnik. Dadurch wird Verkabelung obsolet. Dort, wo Sensoren Messwerte erfassen, ändert sich auch immer der Energiezustand. Ein Schalter wird gedrückt, die Temperatur ändert sich oder die Beleuchtungsstärke variiert. In diesen Vorgängen steckt genug Energie, um Funksignale zu übertragen.

Beckhoff bietet auch dazu die nötigen Komponenten.

⁴² RFID: Radio Frequency IDentification

⁴³ <http://www.enocean.com/de/home/>

4 Kosten

Im folgenden Kapitel werden die tatsächlichen Kosten des Hausleitsystems inklusive Materialaufwand und Stundenaufwand betrachtet. Es beinhaltet auch die Auswertung wie viel diese Lösung kostet und mehrere Preisvorschläge um den Marktpreis einordnen zu können.

4.1 Verkaufspreis

Da dieses Projekt noch nicht am Markt existiert, muss ein marktüblicher Preis gefunden werden. Der Verkaufspreis ergibt sich aus Angebot und Nachfrage. Ist die Nachfrage gering und das Angebot (Mitbewerb) groß, so spricht man von einem Käufermarkt. Wäre die Nachfrage aber groß und das Angebot klein, wäre dies ein typischer Bietermarkt. Beim Bietermarkt hat der Anbieter entscheidenden Einfluss auf den Preis, beim Käufermarkt wiederum eher der Käufer.

Da hier von einem Käufermarkt auszugehen ist, muss die Preisfindung erst noch stattfinden.

4.2 Selbstkosten

In diesem Kapitel werden die tatsächlich entstandenen Selbstkosten aufgezeigt. Diese ergeben sich auch Materialkosten und aufgewendeten Stunden. Die Materialkosten für den Angebotspreis ergeben sich aus Einkaufskosten plus Aufschläge. Die Aufschläge wurden gewählt von moderat (5% Aufschlag) bis teuer (50% Aufschlag). Das Material bezieht sich auf den Mehraufwand gegenüber eine konventionellen Hausleittechnik.

					Aufschlag %			
Bezeichnung	Typ	Stk	EP	Summe	5	10	25	50
ADS-Tech	Panel PC	1	2160	2160	108	216	540	1080
BK1120	Koppler	2	350	700	35	70	175	350
KL1408	8 DI	14	24,16	338,24	17	34	85	169
KL2622	2 RO	30	22,869	686,07	34	69	172	343
KL2732	2-DO	10	18,522	185,22	9	19	46	93
KL2751	1 Kanal Dimmer	19	39,06	742,14	37	74	186	371
KL2791	1-Kanal FU	4	46,62	186,48	9	19	47	93
KL3054	4-AI	6	113,06	678,36	34	68	170	339
KL3204	4 AI	5	116,608	583,04	29	58	146	292
KL4004	4-AO	1	113,06	113,06	6	11	28	57
KL9400	K-Bus-Netzteil	2	57,98	115,96	6	12	29	58
			Summe	6488,57	324	649	1622	3244
			Angebotspreis		6813	7137	8111	9733

Tabelle 3 Materialkosten

In der folgenden Tabelle sind sämtliche kalkulierten und konzeptionierten Stunden eingetragen und in Elektrotechnik und Programmierung gegliedert.

			E-Technik	Programm	IBN	Anreisen	
E-TECHNIK	Planung	Konzeptionierung / Besprechungen	10			2	105
		E-Plan	30				
	Montage	Kabelziehen			10	5	
		Sensoren montieren			20	3	
		Solaranlage			20	5	
		SS-verdrahten			15	2	
Programm	Programm	Konzeptionierung / Besprechungen		10		2	125
		Klassen anpassen		20			
		Programm		40			
	IBN	anpassen	10		30	7	
		Nachbetreuung			15	2	
		Stunden	50	70	110		
		Summe Stunden + Summe Anreisen	230			28	
		Spesen (Fahrtkosten)	1680				
Stundensätze	20 €	Angebotspreise	6.280 €				
	30 €		8.580 €				
	40 €		10.880 €				
	45 €		12.030 €				
	50 €		13.180 €				

Tabelle 4 Stundenaufwand

Aus diesen 2 Kosten (Materialkosten und Stundenaufwand) ergibt sich die folgende Tabelle.

Angebot			Deckungsbeitrag	
Dienstleistung	Material	Summe	€	%
6280	6488	12768		0,0
8580	8613	17193	4425	34,7
10880	7137	18017	5249	41,1
12030	8111	20141	7373	57,7
13180	9733	22913	10145	79,5

Tabelle 5 mögliche Verkaufspreise und Deckungsbeiträge

Die Daten wurden aus dem realisierten Projekt entnommen und werden bei potentiellen zukünftigen Projekten dementsprechend angepasst. Ein zu erzielender Deckungsbeitrag soll bei ~30% festgelegt. Dadurch ergibt sich ein fiktiver Verkaufspreis von ~16.500€. Dies wiederum ergibt einen Überschuss von ~ 4000€.

4.3 Energiekosten mit und ohne Hausleitsystem

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine angenäherte und hochgerechnete Energieeinsparung pro Jahr. Der Strompreis wurde mit **0,18€/kWh** definiert.

OHNE Hausleitsystem								Ersparnis	MIT Hausleitsystem							
Verbraucher	n	P[W]	P[kW]	h/d	Stunden pro Jahr	kWh	Kosten [€]	€	n	P[W]	P[kW]	h/d	Stunden pro Jahr	kWh	Kosten [€]	
Beleuchtung	20	60	0,06	4	29200	1752	315,4	79	20	60	0,06	3	21900	1314	236,5	
	14	100	0,1	3	15330	1533	275,9	92	14	100	0,1	2	10220	1022	184,0	
Beschattung	10	200	0,2	0,02	73	14,6	2,6	1	10	200	0,2	0,01	36,5	7,3	1,3	
Pumpen	5	80	0,08	12	21900	1752	315,4	158	5	80	0,08	6	10950	876	157,7	
	1	100	0,1	4	1460	146	26,3	7	1	100	0,1	3	1095	109,5	19,7	
diverse	1	75	0,075	24	8760	657	118,3	59	1	75	0,075	12	4380	328,5	59,1	
	1	60	0,06	24	8760	525,6	94,6	47	1	60	0,06	12	4380	262,8	47,3	
							1148,4	443								705,6

Tabelle 6 Einsparungen durch ein Hausleitsystem

Aus den Daten ergibt sich eine genäherte Stromkosten-Einsparung von rund 440€ pro Jahr.

4.3.1 Zusammensetzung der Energiekosten

Als Beleuchtung wurden Leuchtmittel wie Glühlampen, Leuchtstoffröhren, etc. deklariert. Unter Beschattung werden Jalousien, Rollos, und Markisen verstanden. Die Pumpen sind Wärmepumpen und die Umwälzpumpe der Solaranlage. In den Bereich „diverse Verbraucher“ fallen sogenannte „intelligente“ Verbraucher wie automatisierbare Großgeräte der „Weißen Ware“.⁴⁴

Es wurden Betriebsstunden der Verbraucher angenommen welche ohne ein Hausleitsystem entstehen würden. Durch die Automatisierung kann angenommen werden um wie viel diese Betriebsstunden minimiert werden können. Durch automatische Abschaltungen, Minderverbräuche durch Lichtdimmer, Nutzung des selbsterzeugten Stromes aus der hauseigenen Photovoltaikanlage wenn dieser Strom zu Genüge vorhanden, und weitere Maßnahmen.

⁴⁴ Als weiße Ware werden elektrische Haushaltsgeräte bezeichnet.

4.4 Amortisierungszeit

Um somit die Anschaffungskosten von 16.500€ einzusparen muss das System 37,5 Jahre in Betrieb sein (bei gleichbleibenden Betriebskosten).

Dies erscheint auf den ersten Blick nicht optimal. Da es aber **nicht** das primäre Ziel ist **nur** Energiekosten einzusparen, ist dies lediglich als Verkaufsargument zu sehen.

Des Weiteren sind Energiesparmaßnahmen auch ein wesentlicher Punkt wenn es um Umweltschutz geht.

Ein weiteres Einsparungspotential ist auch die Möglichkeit einfacher Softwareerweiterungen. Darunter kann verstanden werden, dass bei Zubauten oder Erweiterungen das System offen ist und sehr flexibel ergänzt werden kann.

Dies wurde bereits bei der Objektorientierten Programmierung angedeutet (siehe 3.3).

4.5 Vertriebsmöglichkeiten

Um das Softwareprodukt HaM&Ax an den Kunden zu bringen gibt es verschiedene Lösungsansätze.

Bei den möglichen Verkaufsformen unterscheidet man zwischen:

4.5.1 Persönlicher Verkauf (Face to Face)

Je nach Branche ist das persönliche Verkaufsgespräch ein zentrale Verkaufs- und Kommunikationsinstrument. Im Rahmen des persönlichen Verkaufs spielen sowohl verbale als auch nonverbale Elemente eine wichtige Rolle. Das heißt, dass in allen Phasen des Verkaufsgesprächs der Sprachstil, Argumentationsstil, Mimik, Gestik, Körperbewegung und Blickkontakt eine wichtige Rolle spielen und auch den Kaufabschluss beeinflussen.⁴⁵ Winkelmann unterscheidet abhängig vom Ort des Verkaufsgesprächs drei Grundformen des persönlichen Verkaufs:⁴⁶

- Beim stationären Verkauf, der klassischen Form des Laden- (Handel) und des Schalterverkaufs (Banken) ist der Verkäufer an den POS⁴⁷ gebunden
- Der nicht-stationäre Verkauf ist durch einen wechselnden POS gekennzeichnet. Diese Form ist typisch für Außendienstmitarbeiter, die den Kunden besuchen oder sich an einem neutralen Ort treffen.
- Als weitere Grundform des persönlichen Verkaufs wird der Messe- oder Marktverkauf, der Aktionsverkauf sowie der Partyverkauf bezeichnet, der auch durch wechselnde stationäre Standorte gekennzeichnet ist.

4.5.2 Mediengestützter Verkauf (Voice to Voice)

Beim mediengestützten oder auch semipersonlichen Verkauf unterscheidet man in erster Linie den Telefonverkauf und Videoverkauf. Das bedeutet, dass der Verkauf über ein Medium online erfolgt.⁴⁸

⁴⁵ Vgl. Foscht, Thomas; Swoboda, Bernhard; Käuferverhalten, Grundlagen – Perspektiven – Anwendungen, S. 196

⁴⁶ Vgl. Winkelmann; Marketing und Vertrieb, S. 286

⁴⁷ POS: Point of Sale

4.5.3 Mediengeführter Verkauf (Unpersönlicher Verkauf)

Die häufigsten Ausprägungen des unpersönlichen Verkaufs sind der Versandhandel, E-Commerce, Teleshopping sowie der Verkauf über Automaten.⁴⁹

4.5.4 Multiverkaufsformen und Multi Chanel Marketing

Die in der Vergangenheit strikte Zuweisung der Vertriebswege zu den Verkaufsformen wird immer stärker aufgeweicht. Für einen langfristigen Markterfolg ist es meist notwendig die verschiedenen Verkaufsformen zu einem Multikanalsystem zu bündeln.⁵⁰

Die Verkaufsform ist in erster Linie abhängig vom Produkt und den Marktbedingung. Zusammengefaßt kann gesagt werden, daß der persönliche Verkauf umso wichtiger ist,⁵¹ je erklärungsbedürftiger die angebotene Leistung ist, je langwieriger und komplexer der Kaufprozeß abläuft, je höher das subjektive Risikoempfinden des Kunden beim Kauf ist, je kostenintensiver der Kauf ist, je stärker der Dienstleistungscharakter der angebotenen Leistung ist.

Daraus folgt das das Produkt HaM&Ax richtigerweise im Multi Chanel Marketing vertrieben werden muß. Der Fokus wird vorrangig auf den Persönlichen Verkauf (Mundpropaganda) konzentriert bleiben, bis sich erste größere Erfolge einstellen. Parallel dazu wird eine Onlinepräsenz geschaffen werden, um potentiellen Kunden eine Anlaufstelle zu bieten.

Über diese Homepage soll dann der Kunde auch bereits die Möglichkeit erhalten sich selbst ein „automatisiertes Fertigteilhaus“ zu erstellen. Darunter kann man verstehen, daß virtuell die benötigten Module (Anzahl Jalousien, Anzahl Lichtkreise, Heizung, Lüftung, Klima, etc.) in einen Warenkorb bzw. ein Modellhaus konfiguriert werden kann, um am

⁴⁸ Vgl. Winkelmann; Marketing und Vertrieb, S. 287

⁴⁹ Winkelmann; Marketing und Vertrieb, S. 287-288

⁵⁰ Winkelmann; Marketing und Vertrieb, S. 288

⁵¹ Winkelmann; Marketing und Vertrieb, S. 288

Ende diese Konfiguration per Email an den Vertrieb zu senden um dann in weiterer Folge eine Preisbasis für weiterführende Gespräche zu haben.

Zusätzlich sollen auf dieser Präsenz animierte Teilbereiche einer Steuerung bedienbar sein, so daß der Kunde bereits einen ersten positiven Eindruck gewinnen kann.

4.6 Zielmarkt

Betrachtet durch den beschlossenen Vertriebsweg Direktmarketing werden Bürogebäude, Firmen und ähnliche Kunden vorrangig nicht anvisiert.

Besitzer von Einfamilienhäusern sind hauptsächlich als Kundschaft zu akquirieren.

5 Resümee

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die Machbarkeit und Rentabilität eines selbst gefertigten Hausleitsystems untersucht.

Die Idee eine Plattform für ein Hausleitsystem zu schaffen hat auf jeden Fall Einblick in das Thema Haustechnik, Bedienbarkeit, Kostensenkung, Wirtschaftlichkeit, Komfort und weitere Aspekte geschaffen.

Nachträglich betrachtet, ist aus der Sicht der angesprochenen Wiederverwendbarkeit (OOP), jedes weitere Projekt in immer schnelleren Durchlaufzeiten zu realisieren.

Dies wiederum bedeutet auch eine Kostensenkung und leichtere Marktpositionierung.

Da das System offen für weitere Anbindungsmöglichkeiten ist, wird sich auch das Portfolio laufend erweitern lassen, welches wiederum die Verkaufsmöglichkeiten erleichtern wird. Aus meiner persönlichen Sicht, war dies der richtige Schritt in eine selbständige oder auch nur teilselbständige Zukunft.

Alle geforderten Punkte aus dem Pflichtenheft konnten bis dato noch nicht umgesetzt werden. Die Gründe dafür liegen aktuell nur am Zeitmangel.

Insgesamt kann gesagt werden, dass es keine technischen Hürden gibt, die dieses Vorhaben behindern könnten, und dieses Produkt durchaus gerechtfertigte Chance hat sich auf dem Markt zu positionieren.

6 Abkürzungsverzeichnis

aX	...	automationX ⁵²
PLS	...	ProzessLeitSystem
Ham&Ax	...	Horst and Martin & automationX
BMI	...	Bundesministerium für Inneres
CCTV	...	Der Ausdruck „Closed Circuit“ (übersetzbar mit geschlossener Kreis oder geschlossene Leitung) verweist darauf, dass die Bilder der CCTV-Kameras an eine begrenzte Zahl von Empfangsgeräten übertragen werden.

⁵² <http://www.automationx.com/>

7 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Methodisches Vorgehen der Diplomarbeit	6
Abbildung 2 Beispielbild Lichtsteuerungen	9
Abbildung 3 Regelkreis	14
Abbildung 4 Hierarchie der Umsetzung.....	18
Abbildung 5 Buskoppler BK1120.....	21
Abbildung 6 8DI KL1408	22
Abbildung 7 Dimmerkarte KL2622	23
Abbildung 8 2DO KL2732	24
Abbildung 9 Dimmerklemme KL2751	25
Abbildung 10 4AI KL3054	26
Abbildung 11 4AI KL3204	27
Abbildung 12 4AO KL4004.....	28
Abbildung 13 Hardware Topologie	30
Abbildung 14 Bsp.: Bedienelemente anhand Raumtemperatur	32
Abbildung 15 Beispielbild Erdgeschoß.....	33
Abbildung 16 Bedienleiste.....	34
Abbildung 17 Grafische Repräsentanz Licht	36
Abbildung 18 Bedienfenster Licht.....	36
Abbildung 19 Wartungsfenster Licht	37
Abbildung 20 Parameterfenster Licht	38
Abbildung 21 Grafische Repräsentanz Jalousie	40
Abbildung 22 Bedienfenster Jalousie	40
Abbildung 23 Wartungsfenster Jalousie	41
Abbildung 24 Grafische Repräsentanz Szenenprogramm	42
Abbildung 25 Bedienfenster Szenenprogramm.....	42
Abbildung 26 Parameterfenster Szenenprogramme	43
Abbildung 27 Solarregelung.....	46
Abbildung 28 Kalender.....	47

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Technische Daten OPC7022	29
Tabelle 2 Preisliste Baugruppen	31
Tabelle 3 Materialkosten	58
Tabelle 4 Stundenaufwand	59
Tabelle 5 mögliche Verkaufspreise und Deckungsbeiträge	60
Tabelle 6 Einsparungen durch ein Hausleitsystem	60

9 Literaturverzeichnis

- Lunze, Jan: Regelungstechnik 1. – 7. Aufl. – Bochum: Springer Verlag
- Bandel, Gunther: Open Source Software. – Diplomica Verlag
- Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren. – Springer Verlag
- Krüger, Guido; Stark, Thomas: Handbuch der JAVA Programmierung. – Standard Edition Version 6. – 5.Auflage – Addison Wesley Verlag
- Winkelmann, Peter: Marketing und Vertrieb: Fundamente für die Marktorientierte Unternehmensführung. – 7. Auflage. – Oldenburg Verlag
- Foscht, Thomas; Swoboda, Bernhard: Käuferverhalten, Grundlagen – Perspektiven – Anwendungen. – 3. Auflage. – Gabler Verlag